ZEMLJOPIS HRVATSKE

I



JUBILARNA IZDANJA
O STOTOJ GODIŠNJICI MATICE HRVATSKE
1842 — 1942
KOLO II. KNJIGA 3.

ZEMLJOPIS HRVATSKE

OPĆI DIO

ZAGREB 1942

TISAK „TIPOGRAFIJE" D. D. U ZAGREBU

ZEMLJOPIS HRVATSKE

OPĆI DIO

PRVI SVEZAK

UREDIO

DR. ZVONIMIR DUGAČKI

ZAGREB 1942

IZDANJE MATICE HRVATSKE

UVEZ: KNJIGOVEŽNICA BOGOMIL ŠOBAN, ZAGREB

SURADNICI

Dr. MILAN ANIĆ
Dr. KRUNOSLAV BABIĆ
Dr. ZVONIMIR DUGAČKI
Dr. MILOVAN GAVAZZI
Dr. MIHOVIL GRAČANIN
Dr. IVO HORVAT
Prof. HERMENEGILDO JURIČIĆ
Prof. MILAN KOVAČEVIĆ
Dr. PAVAO KVAKAN
Dr. JOSIP LETNIK
Prof. FILIP LUKAS
Prof. FRANJO MARGETIĆ
Prof. ANTE OBULJEN
Dr. OTO OPPITZ
Dr. NIKOLA PERŠIĆ
Dr. JOSIP POLJAK
Prof. ZVONIMIR ROSANDIĆ
Dr. MILAN ŠENOA
Dr. STJEPAN ŠKREB
Dr. TONKO ŠOLJAN

Zemljopisni i geopolitički položaj

Filip Lukas

OPĆI SMJEŠTAJ I GRANICE

Nezavisna Država Hrvatska stvorena je za trajanja ovoga svjetskoga rata, ali ona nije nova državna tvorevina, jer su Hrvati već prije više od 1000 godina imali na ovome istom prostoru svoju nezavisnu državu, koja je bila u X. vijeku najmoćnija država na Balkanskom poluotoku. Kada je kasnije, na početku XII. vijeka, stjecajem povijesnih događaja stupila međunarodnim ugovorom (pacta conventa) u personalnu uniju s Ugarskom, nije ona time bila izgubila svoje državnopravne atribute, već je uvijek nezavisno od Ugarske stvarala zakone na svojim saborima, te je očuvala svoju suverenost i nastavila, pa i onda kad je za turskih provala spala na mali opseg, svoj državnoteritorijalni kontinuitet.

U sadanjem svom obliku Hrvatska se proteže između 42° 30′ i 46° 30′ sjev. širine i 14° 30′ i 20° 30′ ist. duljine.

Po svojoj zemljopisnoj širini leži Hrvatska skoro na sredini između ekvatora i pola, i po tome ona ulazi u umjereni klimatski pojas. Po smještaju prema ostaloj Evropi Hrvatska zalazi ravnim svojim dijelom na sjeveru u Srednju Evropu, dok joj se drugi, veći dio nalazi u sjeverozapadnom dijelu Balkanskog poluotoka. Ovim zadnjim dijelom Hrvatska se naslanja duljom stranicom na Jadransko more, a kraćom na ravni Panonski bazen, no kako su oba ta granična područja, jadransko i panonsko, stajala pred premoćnim transgresijama zapadnih državno-političkih i kulturnih utjecaja, tako se i Hrvatska nije mogla njima oteti, pa se za sve vrijeme njezine povijesti osjećao u njoj paralelizam svih zapadnih političko-socijalnih pokreta i kulturnih struja.

Granične su joj države južnoevropske i srednjoevropske, a imade ih pet, među njima dvije velevlasti, Njemačka i Italija, koje su kao susjedne zemlje vršile u prošlosti, a i sada vrše jaki kulturni i gospodarski utjecaj. Njemački je naime utjecaj dolazio sa sjeverozapada u srednjem Podunavlju, a talijanski iz prostora

oko Jadranskoga mora, ali se i kraj tih utjecaja očuvala narodna duhovna samobitost.

Uz gornje spomenute velike sile Hrvatska graniči s Ugarskom na sjeveru u ravnom Podunavlju, kao i sa Srbijom i Crnom Gorom na istoku. Granice prema Madžarskoj čine rijeke: Mura, Drava i Dunav, a prema Njemačkoj na sjeverozapadu rječica Sutla. Granice prema Srbiji idu uglavnom rijekama Savom i Drinom. Granice prema Crnoj Gori vode preko dinarskih grebena i visoravni istočno od gornje Drine i gornje Trebišnjice. Prema Italiji se granice drže na sjeverozapadu bila Žumberačke gore i toka rijeke Kupe, a dalje prelaze preko površi Gorskog Kotara do Bakarskog zaljeva. U Dalmaciji vode političke granice na kopnu južno od Zrmanje i uporedo s njome, djelomice rijekom Krkom te južno od željezničke pruge Perković-Split.

Hrvatskoj Državi pripadaju od većih otoka: Pag, Hvar i Brač, te nekoliko manjih (Šipan, Lopud, Koločep, Lokrum u južnoj Dalmaciji). Za otok Korčulu, kao i za Split s Kaštelima, ugovorom je između Hrvatske i Italije određen posebni statut, koji međutim dosad još nije uređen. Spomenute granice obuhvaćaju prostor od 102.000 km^2 sa 5,6 milijuna stanovnika.

HRVATSKA KAO PRIRODNO PODRUČJE

Hrvatska se u geologijskom pogledu sastoji od dva velika područja, a to su:

I. Panonska zavala,
II. Dinarski splet.

Panonska zavala je utolina, koja se prostire s nutarnje strane Karpatskoga luka na sjeveru i sjeveroistoku, Alpa na zapadu i Dinarida na jugu. Dio te velike zavale, što leži između Mure, Drave i Dunava na jednoj strani, a Save na drugoj, Savsko-dravsko međuriječje ulazi u Hrvatsku Državu.

Drugi dio prirodnog područja Hrvatske čini *Dinarski planinski sustav*, koji ispunja svojim ograncima cio ostali prostor Hrvatske Države.

Dinarski sustav dijeli se u tri zone, i to su:

1. Unutarnja zona;
2. Visoki krš ili srednje bilo i
3. Vanjska ili dalmatinsko-istarska zona.

Cio dinarski prostor čini za sebe zemljopisnu i geopolitičku cjelinu, ne samo time, što ga s istoka dijele od srednjega balkanskog prostora prirodne granice na Drini, već što postoje i u reljefu i pružanju zemalja jake odvojne značajke među njima. Bosna, Hercegovina, Dalmacija kao i Crna Gora naslanjaju se jedna na

drugu, i to po pravcu dinarskog pružanja od sjeverozapada prema jugoistoku, kamo se suzuju i stječu poput klinova na Jadranskom moru, na prostoru od Kotora do Drima, gdje prema jugu započinje drugi pravac pružanja. Srednjobalkanski prostor, kojemu je Srbija sjeverni dio, pruža se poput rijeka Morava — Vardar od sjevera prema jugu u pravcu Solunskog zatona. Srbija je po tome središnja oblast poluotoka i prelazni prostor između Hrvatske Države na zapadu i Bugarske na istoku, kao što je putem rijeka Morava — Vardar prelazni prostor između srednjega Podunavlja i Egejskog bazena na jednoj strani, a linijama srednjega Podunavlja i rijeka Morava — Nišava — Marica prelazni prostor za Bugarsku i Bospor. Iz ovih reljefnih razlika između srednjobalkanskog odnosno srpskog prostora na jednoj strani i dinarskog prostora na drugoj strani slijedi očito, da Bosna i Hercegovina kao i Dalmacija, odnosno cijeli Dinarski splet, čine za sebe zemljopisno-prostornu cjelinu, koja je preko obiju svojih padina, jadranske i panonske, uključena u zapadni svijet.

Dinarskom spletu je poglavita značajka, da su mu planine asimetrički građene, te su mu jugozapadne padine strmije, dok se prema sjeveru u pravcu Panonske nizine padine postepeno i laganije spuštaju u nekoliko terasa. Ta činjenica, u prvi mah neznatna, imade u političkom pogledu, kao i u pogledu povijesnoga gibanja i naseljavanja zemlje, koje se odrazuje i u etničkom sklopu stanovništva, veliku važnost. Kako su južne strane strmije, to je gibanje stanovništva s morske strane u nutarnjost mnogo teže, a baš zbog tih teškoća nisu Rimljani s te strane prodrli u zaleđe, već su najprije prešli preko blagoga ispona Kranjskoga krša na zapadu i odatle se spustili u Panoniju i time obišli dinarsku dalmatinsku strminu, pa su tek onda iz Panonije zauzeli i brdovito dinarsko zaleđe i tako cijeli veliki prostor integrirali.

Spomenute dinarske zemlje čine zemljopisnu kao i geopolitičku cjelinu, i ona se kao takva očitovala i u toku povijesti, a isto tako kao etnička i državno-politička cjelina.

Teškoće orografijske između zaleđa i Primorja dolaze, istina, i od ispetosti središnjega bila, ali te teškoće su manje zbog visine samih planina, jer osrednja visina glavnoga bila malo prelazi tisuću metara ispetosti. Veću teškoću prometu čine reljefne prilike u samom glavnom bilu. Po sredini njegovoj i na cijeloj njegovoj duljini nalazi se mnogo prostranih i širokih polja. Ta su se polja udubla među visokim planinskim lancima, koji se naporedo protežu s jedne i druge njihove strane. Polja se spuštaju prosječno na 600 m, pače negdje i na 300 m nadmorske visine, dok se nad njima dižu planinski lanci prosječno do iznad 1000 m. Tako za prijelaz iz zaleđa na more treba čestih dizanja i spuštanja, a to čini više smetnje prometu, nego same visine planinskih lanaca.

1. Unutarnja zona Dinarida spušta se postepeno bez tektonskih prekida od glavnoga bila spram Panonske nizine (Bosnidi). Taj pojas je izgrađen iz mezozojskih, trijaskih vapnenaca i velikih naslaga zelenih magmatskih stijena (serpentini, dijabazi). Unutarnja zona Dinarida, kako se iz ovih formacija vidi, razlikuje se po svojem geologijskom sastavu mnogo od srednjega dijela Dinarida, kao i od njihove spoljašnje zone dalmatinsko-istarske.

2. Zona Visokoga krša sastavljena je gotovo isključivo od vapnenaca i dolomita, a ima na njoj i više potolina, u koje se uvukla voda i nasula ih tako slatkovodnim talozima.

3. Vanjska zona Dinarida obuhvata Dalmaciju i primorski dio sjeverozapadne Hrvatske. Po nekima stranim geografima zona se zove još i dalmatinsko-istarskom zonom, što su obje te pokrajine u gradnji kamenja bile istovetne, a izgrađene su od krednih i eocenskih te flišnih naslaga, a imade na ušćima nekih rijeka i aluvijalnih i diluvijalnih nanosa (Cetina, Neretva). Danas međutim nema veze između Istre i Dalmacije, jer je zbog sekularnog tonjenja dalmatinsko-istarskih obala došla donja ravna čest pod more, a ostale su steršeći nad njime negdašnje antiklinale, koje su se tako pretvorile u otoke.

Na sjeveru, između Sušaka i Senja, diže se postupno zemljište s nekoliko manjih terasa do u pravi krški plateau, ali odatle prema jugoistoku diže se planina Velebit i strmo ruši u more, a da pred njom nema obalske ravne zone, koja bi dopuštala naseljavanje ljudima i gdje bi se mogao vršiti gospodarski život. Obalna ravna zona u Hrvatskom Primorju došla je pod more i time prekinula teritorijalnu vezu između Istre i Dalmacije. Primorska zona se opet javlja u sjevernoj Dalmaciji, i tu je ona između Novigradskog zatona i Zadarskog kanala najšira. Odatle prema istoku širi se valovito zemljište, ali već u sjevernoj Dalmaciji, a pogotovo u srednjoj Dalmaciji, to zemljište dobiva oblik terase (Zagora), koja je isprekidana srednjim ili nižim planinskim vijencima, među kojima se nalaze mnoga polja.

U zagorskom dijelu Dalmacije ne uspijevaju osjetljivije mediteranske biljke (maslina, agrumi, macchie), dok neke druge manje osjetljive, kao smokva, uspijevaju, ali samo sporadično u zaklonjenim mjestima. U antropogeografijskom pogledu postoje neke razlike između Dalmatinske Zagore i prostora na Primorju, i to stoga, što je u zagorskom prostoru gotovo u cijelosti zastupana i samonikla patrijarhalna kultura i što su tu iskonske osobine narodne dobro očuvane, dok na Primorju, kopnenom i otočnom, opaža se utjecaj grčko-romanske kulture u nekim pojavama života. Zbog toga bi se taj zagorski pojas mogao nazvati prelaznim pojasom između Primorja i zaleđa u svim pojavama života, klime i kulture.

Prema jugu prostor između glavnoga dinarskog bila i mora postaje sve uži, a jugoistočno od Neretve toliko se suzio, da ne

predstavlja drugo nego uzanu morsku padinu tamošnjih srednjih gora.

Obalno i otočno područje primorske zone u klimatskom i u antropogeografijskom pogledu slično je jedno drugom. Malo teže je kazati, šta se pod obalnim područjem razumijeva i koliki prostor ono obuhvaća, jer ako mu je glavna značajka pomorska klima, onda na to treba primijetiti, da se mjestimice planinski vijenci pružaju neposredno do same obale i tako suzuju utjecaj morske klime na mali prostor, dok na drugim mjestima, gdje nema bregova do mora, morska klima prodire dublje u nutarnjost, a s njom i odgovarajuća flora i vegetacija.[1]

Istočna obala Jadrana od unutrašnjeg kuta Kvarnera pa do Spiča izvanredno je razvedena te po zaljevima i dragama, potonulim riječnim ušćima, a posebice kanalima, koji se protežu naporedo s kopnom između dva reda otoka u sjevernom, a tri u srednjem Primorju, ide među najrazvedenije obale svijeta. Duljina obala u ravnoj crti iznosi 550 km, dok je stvarna duljina 1560 km, a ako se pribroje otočne obale, iznosi ona 5200 km. Takva razvedenost obala odnosno povezanost mora s kopnom prešla je i na stanovništvo toga prostora, pa je omogućila odgoj izvrsnih pomoraca, Ilira u starom, a Hrvata u srednjem i novom vijeku.[2]

GEOPOLITIČKI SMJEŠTAJ NEZAVISNE DRŽAVE HRVATSKE

Smještaj Hrvatske prelazne je prirode i uglavnom pograničan, i to gotovo u svim pravcima njezina rasezanja, te ona stoji kao prijelaz između Srednje Evrope i Jadranskoga mora, te između alpskih zemalja na zapadu i Balkanskog poluotoka; dakle ona tvori prelazni pojas između sjevera i juga, zapada i istoka.

---

[1] Dalmacija u opsegu bivše austrijske pokrajine obuhvaća prostor od 12.835 km². Uzme li se kao obalno područje pojas 5 km širine, tad ono ima 3295 km² sa 227.000 stanovnika (god. 1910.), dok otoci obuhvaćaju 2388 km² s Rabom ali bez Krka i Kvarnerskih otoka. Prema tome obalno područje s otocima ima 5683 km² sa 363.000 stanovnika. Iz ovih brojeva se vidi, da je more privuklo u Dalmaciji veći broj stanovništva na obalno područje i da je ono gušće naseljeno nego u unutrašnjosti, jer dok ono s otocima obuhvaća 44% cijele zemlje, na njima živi 56% svega stanovništva. U tom području nalaze se svi važni gradovi, jer ono nekoliko manjih varoši u nutarnjosti (Zagora) imadu samo lokalno značenje kao ekonomska središta za njihovu najbližu okolicu, dok primorski gradovi, pored važnosti za njihovu bližu okolicu, imaju i svjetsko značenje za provoz robe iz nutarnjosti u svjetski promet, kao i obrnuto.

[2] Koeficijent duljine obala, otočnih i kopnenih zajedno jest 8; to jest obale su za osam puta dulje, nego da su posve ravne. Koeficijent razvedenosti obala Grčke, također zemlje s vanrednom razvedenošću, iznosi 6; to jest one su šest puta dulje nego da su obale posve ravne (Ot. Hentzschel: Die Hauptküstentypen des Mittelmeeres, Leipzig 1903).

Hrvatska zahvaća jednim svojim dijelom u Panonski bazen, i to u pokrajni njegov dio, i to čini međuriječje između Mure, Drave i Dunava na jednoj strani, a Save na drugoj; ona tako predstavlja pokrajni dio velike Panonske nizine; a onim pak malim predalpskim dijelom stoji ona ujedno kao most između alpskoga dijela i sjeverozapadnoga Balkana. Drugim pak dijelom, i to većim, nalazi se Hrvatska u zapadnom dijelu Balkanskog poluotoka; prema tomu je Hrvatska Država pretežno balkanska zemlja. Balkanski pak dio Hrvatske, uzet u cjelini svojoj, stoji po sredini između Panonske nizine i Jadranskoga mora, pa tako svojim smještajem čini rubni dio dio kontinenta na tom važnom sektoru Evrope.

U drugu pak ruku taj cijeli sjeverozapadni balkanski prostor, na kome je izgrađena Hrvatska Država, nije u klimi ni u životu jednolik već je podijeljen na kontinentalno zaleđe i Primorje. U kontinentalnom dijelu toga sjeverozapadnog balkanskog prostora osjeća se zbog povezanosti na istoku u čovječjem životu i u prirodi balkansko strujanje, dok Primorje ima ne samo u prirodi i klimi, već i u svim drugim pojavama života i kulture, dosta zajedničkog s ostalim zemljama oko Mediteranskog bazena.

Taj diobeni i u isto vrijeme spojni značaj Hrvatske imade i u drugom pogledu svoje značenje, da hrvatske zemlje predstavljaju svojim otvorenim granicama prema sjeveru, kopnenom povezanošću na istoku, a otvorenim i slobodnim morem na jugozapadu veliki prostor, na kome su se u toku povijesti vršila narodna gibanja, susretale i miješale rase i kulture; tu su se one križale, od česti stapale ili odbijale.

Prema općoj sistematskoj podjeli evropskoga kopna Hrvatska ide u Srednju i Južnu Evropu. Prema tome ona iskazuje bicentričnu dualističku ulogu, koja se očitovala kroz cijelu hrvatsku povijest u svim pojavama politike, kulture i gospodarstva, kao i svih ostalih pojava života.

Zbog takova pograničnog i prelaznog smještaja Hrvatske i hrvatski narod bio je na neki način graničarski, pri čemu je bio prisiljen da neprestano vodi borbu za očuvanje svoje slobode i nezavisnosti, te svojih samoniklih osobina, prirodno ugroženih sa svih strana; na drugoj pak strani narod je u tom odbijanju morao budno paziti, da ne bi odbacio ono, što bi bilo blizu njegovim praiskonskim osobinama i što bi moglo njegovu razvoju koristiti, njega kulturno oploditi, njegove vidike proširiti i njega potaknuti na savršenije i dublje stvaranje.

U ovim granicama primanja i odbijanja, te samostalnog odabirnoga stapanja razvijala se cijela povijest i vršilo kulturno stvaranje hrvatskoga naroda.

Da se pak značenje toga odbijanja i stapanja može razumjeti, treba ovdje odmah istaknuti osnovnu misao, da su hrvatske zemlje koje su se već prije doseljenja Hrvata prije 1300 godina nalazile

u okviru Zapada, toliko panonske kao i balkanske, bile po prirodi svojoj jače uvučene u zapadni povijesni i kulturni razvoj, pa je stoga na toj strani prevladavalo primanje, čime je hrvatski narod postao u suštini svojoj zapadnim narodom, dok je prema Istoku, po prirodi njegovoj moralo prevladavati odbijanje. Granice, koje su dijelile ta dva svijeta, prolazile su istočnim dijelom hrvatskih zemalja na Drini, ali uza sve to bilo je i na toj strani utjecaja i snaga, koje sve hrvatski narod nije mogao odbijati, već su i s te strane neke ušle u duhovni sastav njegova stvaranja. Isto tako i sve zapadne utjecaje, ma koliko mu bili bliži od istočnih, nije mogao mahom i nekritički primati, već odabirnim načinom, jer bi inače jednostavno primanje tuđih elemenata ugušilo u njemu narodni duh i uništilo njegovu samobitnost, bez kojih bi narod prestao biti vlastita posebnost.

Analizirajući posebno ta dva odjelita prostora, u ravnom Podunavlju kao i na Balkanu, vidjet će se, bez obzira na sveukupne hrvatske težnje, u kakvim se smjernicama morao svaki dio razvijati i kako su se u vezi sa susjednim narodima i kulturama stvorili u hrvatskom narodu odjeliti kulturni pojasi.

Da se na balkanskom prostoru mogao dio hrvatskoga naroda, tamo naseljen, brže sabrati i tu već u sredini IX. vijeka osnovati svoju državu, koja je u X. vijeku bila najjača na Balkanu, uzrokom je više čimbenika. U prvom redu ne samo veći prostor već i jača ukorijenjenost i sigurnost stanovništva u planinskom zemljištu na jednoj strani, a na drugoj blizina mora, koje, doista, prvotno dijeli zemlje i narode, čineći među njima prirodne granice, ali u isto doba ono kao nedjeljiva cjelina vrši funkcije spajanja, čime je hrvatskom narodu bilo omogućeno očuvanje vlastite samobitnosti, kao i brzo sabiranje i slobodan razvoj, po uzoru odmaklijih i naprednijih naroda preko mora. S tim u svezi stoji još i ta činjenica, vrlo važna, da je na rubu primorske Dalmacije bio u doba seobe naroda očuvan velik dio mediteranske više kulture, i da je s njom u vezu došao hrvatski narod u mladom stadiju svoga razvoja, kada su duševne sile još u labilnom stanju i za primanje najraspoloženije.

I. *Panonski prostor Hrvatske* leži na sjeveru kao glacis pred tvrđavom brdovitog balkanskog prostora. Po postanju i obliku on je dio velike Panonske nizine, ali glavna panonska rijeka Dunav, koja teče sredinom toga velikog prostora i njegove dijelove na neki način veže, Međuriječja se samo dodiruje na kratkom istočnom dijelu. Baš ta činjenica, da se rijeke: Mura, Drava i Dunav svojim tokovima tangencijalno dotiču toga hrvatskog prostora, one ga na taj način vidno odvajaju od ostale velike Panonske nizine i čine od njega odijeljenu geografijsku posebnost, koja se u toku cijelog povijesnog razvoja kao takva očitovala i u etničkom, kao i u državno-političkom pogledu.

U doba Rimske države tu je bila uređena pokrajina Panonija i to na obje strane rijeke Drave, ali je već tada Međuriječje dobilo

posebno mjesto. Ono je, uređeno kao poseban savski dio (Panonia Savensis) Gornje Panonije sa sjedištem u Sisku i kao srijemski dio (Pannonia Sirmiensis) Donje Panonije sa sjedištem u Sirmiumu, bilo odvojeno od prekodravskih česti sa sjedištima u Savaniji (Szombathely) i u Sopiani (Pečuhu). Dakle geografijska individualnost međurječnog dijela velikog Panonskog bazena došla je odmah do izražaja pri prvoj organizaciji toga prostora u rimsko doba. Na drugoj pak strani taj međurječni prostor spomenutim rijekama Dravom i Savom, te njihovim pritocima Murom i Kupom, te preko laganih i stepenastih planinskih prijevoja stoji u vezi s alpskim prostorom i sa stanovništvom, koje ga obitava.

Treba ovdje još i drugu važnu značajku panonskog Međurječja istaknuti, koja je također vrlo važna za upoznavanje njegova etničkog i kulturnopovijesnog razvoja. Granice Donje Panonije prema ostalom Panonskom bazenu jasno su obilježene tokovima rijeka: Mure, Drave i Dunava, dok na drugoj, južnoj strani, prema balkanskom prostoru, gdje se tada nalazila rimska pokrajina Dalmacija, nije Sava bila granična rijeka, već je pokrajina Panonija prelazila Savu i dopirala do crte, koja se pruža od današnjega Karlovca preko Banje Luke do Zvornika. Ta vrlo značajna činjenica dokazuje, da je međurječni prostor bio jače vezan sa sjeverozapadnim Balkanom, pa prema tome, da se Međurječje može smatrati samo njegovim prostornim produženjem. Ta ista pojava političke povezanosti Međuriječja s balkanskim ravnim dijelom utvrdila se i kasnije pri useljenju Hrvata, jer je i onda Posavska Hrvatska zahvaćala, pored Međuriječja, i sjeverni nizinski dio Bosanske Hrvatske, koji su se na obje strane Save zvali istim imenom — Posavinom. S tim u vezi stoji i činjenica, da su se na Savi, odnosno na spojnici tih dviju ravnina, nalazila oba glavna mjesta te jedinstvene cjeline: Sisak (Siscia) na zapadnom dijelu i Mitrovica (Sirmium) na istočnom dijelu. Sava nema diobenu širinu donjega Dunava, niti se udubla u uskoj klisuri kao Drina na istoku Bosne, već je prometna nizinska rijeka, pa veže dvije jednake morfologijske ravnine, slavonsku i bosansku, u jednu cjelinu. Ta je povezanost obadviju obala u svijesti stanovnika tako očita, da su ljudi i kasnijim naseljima, tu nastalima, dali ista imena, pa tako su na Uni izgrađena naselja Hrvatska Kostajnica i Hrvatska Dubica dok se na bosanskoj strani njima nasuprot nalaze Bosanska Kostajnica i Bosanska Dubica. Na savskoj liniji su izgrađena također naselja istih imena kao: Bosanska Gradiška i Bosanski Brod, a na sjevernoj strani Stara Gradiška i Slavonski Brod.

Tu činjenicu morfologijske jednakosti i političke povezanosti između obalskih ravnina s jedne i druge strane rijeke Save utvrđuje kasnije (iza seobe naroda) nastala i narodna srodnost stanovništva. U velikom Panonskom bazenu, koji se proteže s nutarnje strane Karpata na sjeveroistoku, pa do alpskih ogranaka na zapadu i dinarskih na jugu, ma koliko taj veliki prostor predstavljao geomorfologijski stanovitu cjelinu, nije se ipak nikada u povijesti stvorilo kakvo etničko jedinstvo među stanovništvom. Naprotiv na hrvatskom prostoru u Međuriječju bilo je uvijek stanovništvo etnički srodno sa stanovništvom njegove balkanske pozadine, a nikada sa stanovništvom preko Mure, Drave i Dunava, pa bi se moglo kazati da je taj prostor bio kolonizaciono područje dinarske planinske pozadine. Kako je Međuriječje, kao i svaka druga ravnina, uvijek izloženo jačoj i bržoj izmjeni stanovništva, a isto tako i etničkoj mješavini i stapanju, tako se i na tom prostoru, koji izgleda kao hodnik između Balkana na jednoj, a Dunava i Drave na drugoj strani, vršila izmjena stanovništva sa svih strana. Ali treba naglasiti utvrđenim činjenicama, *da se na tom prostoru stanovništvo obnavljalo gotovo isključivo s izvora iz planinske balkanske strane;* dakle bilo je ono uvijek iza useljenja Hrvata pretežno hrvatskog podrijetla. Ono pak, što je u neuklonivoj migraciji tamo došlo iz drugih izvora, brojčano je bilo maleno i redovno se pretapalo u hrvatski živalj; zato je taj kraj uvijek zadržao etničko hrvatsko obilježje. Taj priliv stanovništva iz planinskog izvora bio je tako jak, da je uvijek usporavao i suzbijao pridošlice iz ostale Panonske nizine; štoviše, ono je bilo tako brojno, da je pače prelazilo rijeke Dunav i Dravu i useljavalo se po ostaloj Panonskoj nizini, te još i danas imade mnogo hrvatskih naselja u Bačkoj i Baranji i po ostalim dijelovima Ugarske. Tu činjenicu hrvatske upornosti i u isto doba pokretljivosti hrvatskoga življa na tom prostoru, kao i njegova urašćenja u zemlji, bilo je ovdje nužno istaknuti, već i s toga razloga, što je hrvatsko Međuriječje za više vjekova stajalo državopravno u personalnoj uniji s ugarskim vladarima, te što su Madžari u svojoj ekspanziji prema moru htjeli taj prostor i etnički povezati s ostalim dijelovima svoje države i stanovništvo asimilirati, ali bez ikakva uspjeha.

U panonskom prostoru razvio se Zagreb najprije kao crkveno središte, a kasnije je dobio i političko značenje. Zahvaljujući svome povoljnom geografijskom položaju, a znajući iskoristiti neprimjetno povoljne prirodne i političke prilike, dobivao je sve veću važnost, osobito iza provale Turaka i osvojenja Bihaća, tako da je konačno postao glavnim gradom Hrvatske, Slavonije i Dalmacije i poglavitim nosiocem političkoga i kulturnoga života svih Hrvata.

Iz povijesti nisu nam očuvane isprave, zašto je sijelo biskupije, kao i središte upravne vlasti, bilo iz Siska, dotadanjeg upravnoga i biskupskoga grada, preneseno na zapad, i zašto nije ostalo u Sisku ili premješteno u staru rimsku naseobinu Andautoniju (današnje Šćitarjevo, jugozapadno od Zagreba), jer ako su u to doba seobe naroda ta naselja bila porušena, dala su se kasnije ipak sagraditi; već je i sijelo biskupije, kao i središte upravne vlasti, bilo preneseno u novoutemeljeni grad Zagreb. Već ta činjenica daje naslućivati, da su opći zakoni smještaja, kao i lokalne geografijske prilike, djelovali na postanje grada. Zagreb je sagrađen kao bis-

kupski grad na posljednjem ogranku Zagrebačke gore, na vratima alpskih i panonskih zemalja na koncu XI. vijeka (1094.), i to nešto kasnije, no što je bila izvršena državno-politička organizacija srednjega Podunavlja i njegovo određenje za zapadnu formu kršćanstva i civilizacije. Time je zapadna strana srednjega Podunavlja postala njegovom povijesnom stranom i prema toj strani su se počele odvijati jače vjersko-kulturne, prometne i gospodarske veze. Time su opet oživjele stare rimske ceste, a jedna od njih je išla kraj Zagreba preko Kranjskoga krša u Italiju, druga je išla preko Zagreba u Sisak i Srijem, dok je treća vodila preko Hrvatskog Zagorja na Varaždin (Aqua Viva), a odatle u Budim (Aquincum). Zagreb je dakle bio na raskrsnici mnogih starih putova. Osim toga, Zagreb ima prednost pred svakim drugim mjestom u bližoj i daljoj okolici, što je sagrađen na izlazu Save iz alpskoga područja u veliku Panonsku nizinu, pa se tako nalazi na razmeđu evropskoga zapada i novo organiziranog prostora na istoku. U isto doba ne smije se smetnuti s vida ni ta činjenica, da je savsko područje prema istoku izloženo čestim poplavama, dok im Zagreb, izgrađen na brežuljku, nije bio izložen. Još se moraju imati u vidu kod traženja uzroka za gradnju Zagreba na onom brežuljku i socijalno-političke prilike onoga doba. Zagreb je sagrađen u naponu socijalno-psihičkih prilika srednjega vijeka, kad je bio do kraja izgrađen feudalni sistem, kada je uz dezintegraciju vlasništva bila dezintegrirana i sama država, pa njezina feudalna gospoda, prije mandatari države na primljenom feudu, počeše jednostavno sebe smatrati vlasnicima toga uživanoga područja. Oni su uz ostala prava imali i pravo međusobne borbe (Fehderecht). Da pak lakše mogu ta prava vršiti, gradili su, gdje je to bilo moguće, svoje gradove kao tvrđave na uzvišicama, ali u blizini plodnoga posjeda, da tako mogu ujediniti obrambene i gospodarske momente. Nadaleko pak nema pogodnijega mjesta, gdje bi se stjecali svi momenti prometnih putova, plodnoga polja i uzvišice, no što je Zagreb. Zagreb je svakako postao kao feudni biskupski grad, ali je već prije biskupskoga grada tu na brežuljku, na današnjem Gornjem gradu, bio stari hrvatski županijski grad. No uza sve to Zagreb ne ulazi u povijest s njime, već kao lenski biskupski grad, koji je kasnije bio dvojno uređen kao biskupsko-kaptolski grad.

Iz ovoga doba se vidi, a isto to i iz razvoja grada Zagreba, da su kod utemeljenja njegova bili odlučni prvotno geografijski momenti njegova smještaja, kao što i političko-socijalni i kulturni momenti onoga doba.[3]

---

3 Povijesna strana ovoga područja bila je okrenuta prema zapadu, odakle su dolazili vjerski i kulturnosocijalni poticaji, pa nije bilo ni jedne političko-socijalne struje na zapadu, koja ne bi po zakonu psihičnosocijalnoga gibanja zahvatila i Zagreb. Prije svega, Zagreb je osnovan kao biskupski grad s lenskim pravima, a lenski sistem bio je zapadna politička i pravna institucija srednjega vijeka. Kada su kasnije gradovi zbog promijenjenih gospodarskih prilika na zapadu ojačali i postali protuteža premoći plemstva, vladari se počeše na njih



Južni dio Evrope u doba križarskih ratova

NAPOMENA UZ POVIJESNU KARTU STARE HRVATSKE

Karta prikazuje Evropu u doba križarskih vojna. Nju je naslikao Naymiller, ucrtao Allodi, a izdao u Milanu god. 1730. Francesco Pagnoni. Nabavio ju je u Italiji naš uvaženi numizmatičar Benko Horvat i ustupio Matici na upotrebu.

Kako su križarske vojne trajale blizu 300 godina, za koje vrijeme su se izmijenile granice mnogih evropskih država, to se može samo nagađati, koji odsjek toga velikog razdoblja karta prikazuje. Bizantijsko carstvo je na karti prikazano nezavisno i s velikim opsegom, dok je ono u IV. križarskoj vojni bilo od križara osvojeno, razdijeljeno, i na njegovu glavnom dijelu osnovano Latinsko carstvo (1204.).

Prvo Bugarsko carstvo, koje na karti graniči na Drini s Hrvatskom Državom, propalo je 1018., dakle prije no što su još počele križarske vojne, dok se drugo Bugarsko carstvo osnovalo istom u polovini XII. v., ali ovo drugo nije obuhvaćalo cijeli prostor istočno od Hrvatske. Hrvatska je pak Država god. 1102. ušla u personalnu uniju s Ugarskom, no i tada je ona očuvala vrhovništvo na svome teritoriju. Po svemu se čini, da bi se karta mogla odnositi na ovo doba.

Na karti Hrvatska ide od Drave do mora i granice su joj prama Ugarskoj markirane isto onako, kao na istoku prama Bugarskoj. U okvir Hrvatskoga Kraljevstva ulaze na karti: Slavonija i Bosna, te najveći dio Dalmacije, ali ne pod imenom Dalmacije već pod imenom hrvatskim. Od sve Dalmacije Venecija na karti posjeduje samo Split i neke sjeverne dalmatinske otoke bez Krka, koji ulazi u okvir Hrvatske. Na karti su također uneseni Bijeli Hrvati iza Karpata, a poznato je, da je iza velike selidbe Hrvata na jug ostalo tamo velik broj Hrvata, koji su se kasnije stopili s većinom drugih Slavena: Poljaka, Čeha i polabskih Slavena i među njima se izgubili.

Vjerojatno na karti ima i anakronizama, ali to ne odnosi njoj svaku povijesnu vrijednost. Njezina vrijednost sastoji se u tome, da je ona tiskana u Italiji, i to u Milanu; da je Hrvatska prikazana odvojeno od Ugarske; da u okvir njezin ulaze gotovo sve hrvatske zemlje i da su auktori, koji su kartu nacrtali, sigurno imali pred sobom neke starije karte i djela, iz kojih su crpili podatke. Milano je blizu Venecije, a Venecija je bila za više stotina godina prva jadranska država u susjedstvu Hrvatske, pa je mogla znati, koji su posjedi u kasnijoj Dalmaciji pripadali njoj, a koji Hrvatskoj. Može se dakle zaključiti, da je ispravno sve što je na karti, premda ne mora biti ispravno za isto vrijeme; ali uza sve to ona je za tadanju povijesnu i kartografijsku nauku vrijedila kao ispravna. *L.*

Analizirajući smještaj Zagreba u vezi s njegovom dalekom pozadinom vidimo, da se kod njega stječu četvora vrata; to su: 1. zapadna ili alpska vrata, koja ga vežu preko Sutle s alpskim zemljama i s njihovim stanovništvom, a preko Krapine s Hrvatskim Zagorjem sve tamo do Drave. Na tom odsjeku odvijao se promet s Italijom i s Njemačkom, a s te strane pored kulturnih utjecaja dolazili su u Zagreb i tamošnji useljenici; 2. druga vrata ili panonska, vežu Zagreb sa srednjim Podunavljem — ta vrata su bila za Zagreb od velikog značenja, jer su vezala Zagreb s Ugarskom, s kojom je Hrvatska stajala u srednjem vijeku u personalnoj uniji. Velikih etničkih veza nije bilo na toj strani, i ukoliko ih je bilo, više je prelazilo hrvatskih velikaša na područje Ugarske, no što ih je obrnuto iz Ugarske dolazilo u ove strane (Zapolja, Utišenić, Šubić Zrinski, Drašković, Berislavić i t. d.); 3. istočna vrata važna su za Zagreb, jer su vezala Zagreb, periferijski grad, uz ostalu Hrvatsku, preko Siska uz Savu sa Slavonijom, a na drugoj strani s Bosnom; 4. južna ili primorska vrata, koja su dolinom Une vezala Zagreb preko Butišnice s Krkom i s Dalmacijom, a kasnije preko izgrađenoga Karlovca i Lujzinske ceste s Hrvatskim Primorjem.

Što se pak tiče etničkoga sklopa prvotnoga stanovništva Zagreba, lako se dade shvatiti, uzevši u obzir bližu i dalju njegovu pozadinu, da se ono sastojalo najprije iz onih starinika, koji su u doba seobe naroda i rušenja starih naselja tu u blizini bili razasuti. To su u prvom redu bili poromanjeni Panonci toga kraja, Andautonci, koji su se smjestili nedaleko biskupskog grada. Te su ostatke romaniziranih starinika pridošli Hrvati prozvali Vlasima, a na njihovo tadanje naselje upućuje još i danas jedna zagrebačka ulica, prozvana Vlaška Ves (Vicus Latinorum). Pored njih pri obnavljanju zagrebačkoga stanovništva dolazili su u obzir u prvom redu njegova neposredna pozadina, Hrvatsko Zagorje i Posavina, što se i u govoru stanovništva zapaža, a zatim njegova dalja pozadina, alpski krajevi. Odavle su dolazili amo naseljeni Slovenci, ali uz njih i mnogo njemačkih obrtnika, pa se po njima prozvao jedan dio današnje Duge ulice »Njemačkom ulicom« (Vicus Teutonicorum seu sutorum). Osim njih tamo su se stjecali doseljenici iz svih drugih krajeva Hrvatske, posebice je mnogo Dinaraca došlo u Zagreb iza propasti Bosne, kad su je osvojili Turci. Ovim prilivom

oslanjati. Tako je i u Zagrebu bila protiv biskupsko-kaptolskih općina pomagana i slobodna općina na Griču, koja je konačno dobila i municipalna prava. Tako je Zagreb, kao rijetko koji grad na zapadu, bio podijeljen na dvije stanice, dva upravna teritorija, gornji grad Grič i biskupsko-kaptolski grad do njega, a ta podjela trajala je kroz cijeli srednji i novi vijek. Međutim biskupsko-kaptolski grad. koji je u početku bio jezgra Zagreba, postepeno je u važnosti opadao pred slobodnim gradom Gričem, koji je konačno preuzeo prvenstvo i okupio sve česti grada u jednu jedinu cjelinu. Treba ovdje još spomenuti kao dokaz veza Zagreba sa zapadnim svijetom, da je Zagreb izgrađen po tipu zapadno-evropskih gradova, i to pretežno po njemačkom uzoru, te da na te veze sa zapadom upućuje i njegov statut.

stanovništva iz svih krajeva Hrvatske, a posebice kao zbježište kršćanskih izbjeglica iz krajeva, koje su zauzeli Turci, Zagreb je postao čeonim branikom kršćanstva i zapadne civilizacije, pa je kao predstavnik hrvatskih cjelokupnih ideala postao glavnim gradom i budućom metropolom svih Hrvata. Već hrvatski sabor iz god. 1557. izrijekom spominje, da je Zagreb metropola kraljevine Dalmacije, Hrvatske i Slavonije.

II. *Dinarski prostor hrvatskih zemalja* nalazi se na Balkanskom poluotoku, a obuhvaća Bosnu, Hercegovinu, jugozapadni dio Banske Hrvatske i Dalmaciju.

A. Bosna sama predstavlja središnji dio Hrvatske. Njezine granice dopiru na sjeveru do Save, a na jugozapadu do najviših ispona dinarskoga bila. Sava međutim, kako je već spomenuto, ne čini prirodnu granicu te zemlje na sjeveru, a ona nije ni narodna ni gospodarska granica. Ona je samo granična crta, povučena u toku povijesnog razvoja prema političkim snagama i povijesnom gibanju prošlih vremena. Treba ovdje istaknuti geografijsko-političku činjenicu, da rijeke, ako nisu preširoke i ako se ne probijaju kroz uske gudure i sutjeske, ne dijele obostrano stanovništvo, već ga obrnuto, spajaju. Utvrđeno je dalje, da se riječnim dolinama vrši useljavanje i zauzimanje zemalja; štoviše, na takvim riječnim dolinskim prostorima nastaju prvotne političke organizacije. Matica — rijeka sa svojim pritocima i prometnom dolinom po sredini privlači riječna područja i postaje tako središtem gospodarske, a kasnije i političke povezanosti među stanovništvom. Gospodarske i prirodne granice među zemljama nisu prema tome rijeke, već brdske besputne razvodnice rijeka, a cijelo riječno područje stvara za sebe veće ili manje gospodarske posebnosti. Tako su i Bosna kao i njoj na zapadu ležeći balkanski dio Banske Hrvatske tokovima svojih rijeka usko povezane s Posavinom, jer njezinom sredinom teče rijeka Sava, vežući obostrano područje u zajedničku gospodarsku i prometnu cjelinu.

Povezanost Bosne s Banskom Hrvatskom nije ograničena na Posavinu i ravne dijelove te zemlje na sjeveru, već je i cijela ostala brdovita Bosna tokovima svojih rijeka upućena na Bansku Hrvatsku. Bosna po svojoj građi ima više međusobno odijeljenih individualnih prostora, pa nema na njezinu prostoru jednoga kraja, gdje bi se njezine rijeke stjecale i gdje bi sve česti njezina područja bile gospodarski i politički povezane u veću zajedničku geografijsku cjelinu. Bosanske rijeke nasuprot teku paralelno iz nutarnjosti prema Savi; svako poriječje čini za sebe gospodarsku i prometnu odijeljenu cjelinu, dok ih Sava na sjevernoj granici Bosne donekle ujedinjuje i stvara od njih prometno-gospodarsku cjelinu za cijelu zemlju. Zato prema toj strani struji gospodarska izmjena bosanske proizvodnje, kao i višak bosanskoga stanovništva, pa je bosanski sjeverni ravni pojas (Posavina) i najgušće naseljen.

U suprotnosti sa Savom rijeka *Drina* na istoku Bosne vrši drugačije zadatke u političkom, gospodarskom i prometnom životu Bosne; ona naime teče na istočnoj granici te zemlje. ali ne veže bosanski prostor sa srbijanskim, jer se rijeka usjekla među planinama, te nema prometne doline, koja bi ujedinjivala obostrani prostor i stanovništvo na njemu. Drina, istina, pruža u svom kratkom donjem toku neke prednosti prometne, ali se u svom dugom srednjem i gornjem toku probija kroz sutjeske i tjesnace, te ne spaja, već dijeli oba obalska područja. Drina je zatvorena među planinama, a nemajući na srbijanskoj strani prometnih pritoka ni sudolica, kroz koje bi se odvijao tamošnji promet u pravcu matice rijeke, nikako ona nije bila, a niti može biti, privlačivim područjem za obostrano stanovništvo i njihov zajednički gospodarski život. Drina je tako čisto diobena granična rijeka između pontijsko-egejskoga i jadranskoga područja, a njezina istočna, srbijanska strana ne dolazi ni u kojem pogledu u obzir za jadranski promet, na koji je pak Bosna svojim smještajem i građom zemlje isključivo upućena. Drina prema tome nije spojna prometna crta, već čini sa svojim uskim koritom i klisurastom građom doline prirodnu diobenu granicu između države Hrvatske i Srbije.

Druga bosanska rijeka je *Bosna*, a ona je za tu zemlju najvažnija, jer je po njoj cijela zemlja dobila svoje ime i na njoj se nalazi glavni grad zemlje. Na povirju te rijeke (Gornja Bosna — Vrhbosna) pruža se široki ravnjak, koji je zbog svoje prostranosti, rodnosti zemlje, kao i rudnih nalazišta podesan da bude sabiralište većega broja stanovništva, a kako je još opasan planinama i po tome lake obrane, vrlo je podesan da bude zbježište stanovništva kao i središte političke organizacije. Tome pridolazi i ta važna činjenica, da preko toga prostora teče rijeka Bosna, koja čini prirodni put iz ravnog Podunavlja prema unutrašnjosti, a koji se dalje preko Ivan-sedla (967 m) nastavlja na dolinu rijeke Neretve. Te dvije rijeke predstavljaju najbolji i najkraći poprečni put iz ravnoga Podunavlja na Jadransko more preko Bosne. Taj put ima još i tu prednost, što prelazi preko Dinarskoga spleta, izgrađenog iz nekoliko naporednih lanaca, samo jednim isponom, pa zato ima to sedlo u dinarskom prostoru onu istu ulogu, koju imade Brenner u alpskom prostoru. Ta dvorječna spojnica, kao i lagan prijelaz preko Ivan-sedla, bili su glavni uzrok, da se Hercegovina nije mogla odijeliti od Bosne na dulji rok i trajno se politički individualizirati.

Da su i prometno-gospodarski razlozi u gornjem bosanskom prostoru prvotni uzrok njegovu naseljavanju, kao i kasnijoj organizaciji, svjedoče činjenice, da je već u neolitikumu bilo veliko naselje kod Butmira, a kasnije, u rimsko doba, tu je bilo nastalo novo naselje Ad Matricem, a konačno za doba Hrvatske Države tu se bila organizirala oblast Bosna s banom na čelu, dakle po uzoru i po imenu stare hrvatske ustanove.

Treća bosanska rijeka *Vrbas* čini također za sebe posebnu gospodarsko-prometnu oblast, a i ona teče prema sjeveru i utječe u Savu, dok je na drugoj strani, u planinskom svom dijelu taj prostor preko tri presjedline vezan s Dalmacijom, i preko njega je već u rimsko doba bila izgrađena jedna cesta. To vrbasko područje bilo je sastavni dio sredovječne Hrvatske Države i onda, kad se njezin prvobitni opseg umanjio slabljenjem središnje vlasti. Ono ulazi u sklop nove hrvatske državne ustrojbe, koja se razvija iz središnje planinske oblasti pod imenom Bosne, i kad je kasnije osvojeno od Turaka, bilo je i teritorijalno ime hrvatsko za taj prostor sačuvano, pa se on zvao »Turska Hrvatska«.

Na zapadu poriječje rijeke *Une* predstavlja također posebno odijeljeno područje, koje međutim za razliku od Drine na istoku nema diobeno već spojno značenje, i to u dva pravca: zapad-istok i sjever-jug, pa je za sredovječnu Hrvatsku Državu kao središnji spojni prostor imao veliko značenje. U prvom redu u pravcu zapad-istok, jer sredinom toga prostora teče rijeka Una, koja prima pritoke iz Bosne i iz uže Hrvatske, pa vrijedi kao spojnica između sjevezapadnog bosanskog prostora i područja Plitkoga krša, južno od Save. Na drugoj pak strani taj prostor je središnjica u pravcu sjever-jug, jer dolinom Une i prijevojima iza njezina povirja dolazi se najkraćim putem u dolinu rijeke Krke u Dalmaciji. Taj prostor po svome smještaju i po orografijskim prilikama bio je uvijek veza između Podunavlja i mora. Već u rimsko doba vodio je iz Salone u Dalmaciju put preko Muća (Andetrium), Knina (Tinium), pa preko rijeke Butišnice na Bihać, a odatle na Topusko — Sisak i njime je bilo vezano središte Dalmacije sa Siskom, središtem Gornje ili Zapadne Panonije.

U sredovječnoj Hrvatskoj prije provale Turaka bila je Una prvenstvena rijeka Hrvatske (principalissimo fiume di Croazia), kako spomenici govore i tekla je sredinom kraljevine Hrvatske. Istom kasnije, iza proširenja Turske države na prostor sredovječne Hrvatske i uklopljenjem toga osvojenog teritorija u pravnu i političku pokrajinu Bosnu kao turski vilajet, Pounje je postalo granična oblast, a Una kasnije uzmakom Turaka iz Krajine graničnom rijekom, i to gotovo na cijelom svome toku. Takvu je granicu zatekla na toj strani okupacija Bosne i Hercegovine sa strane Austrije.[4]

[4] Na tom pounskom prostoru nalazi se i grad Bihać, koji je u sredovječnoj Hrvatskoj bio ključ cijele Gornje Hrvatske i glavni grad kraljevine Hrvatske (caput et metropolis regni Croatiae). Na tom prostoru izvršili su se najpresudniji događaji iz hrvatske poviesti; na njemu se opro s vojskom posljednji hrvatski vladar Petar Svačić, predstavnik nezavisne hrvatske stranke, sklapanju unije s Ugarskom, na koju su bili pristali i neki hrvatski velikaši, pa je svojom smrću u bitci kod Petrove gore (1102.) — koja još i danas nosi njegovo ime — ostavio potomcima u amanet dužnost borbe za hrvatsku nezavisnost.

Na tom istom prostoru izvršio se drugi važan čin hrvatske povijesti, uvjetni izbor Ferdinanda I. Habsburškoga za hrvatskog vladara na saboru u Cetinu god. 1527. To se dogodilo pod pritiskom vanjskih događaja. Provalom naime Turaka u naše zemlje i u nemogućnosti da se sami otmu njihovoj nadmoći, odlučiše se hrvatski velikaši za izbor Habsburgovca, tada gospodara alpskih zemalja, uvjereni da je i u njegovu interesu, da u tom susjednom predalpskom prostoru ne zagospoduju Turci, u ono doba prva vojnička sila u Evropi. Izbor je bio uvjetovan šiljanjem pomoći, koja uostalom nije bila poslana, tako da je taj središnji prostor hrvatskih zemalja bio od premoćne turske sile iza dugih i teških borba i velikih žrtava konačno i osvojen. Posljedice gubitka toga prostora bile su za hrvatski narod kobne i s geopolitičkoga kao i s narodnoga gledišta. Netom se Turska država proširila na zapad, uvukla se tu kao klin između Podunavske i Primorske Hrvatske, te je odvojila te bitne česti Hrvatske Države ,onemogućujući njihov zajednički organski državni razvoj i izlažući svaki dio premoćnom utjecaju njihovih jačih kršćanskih susjeda, jer vjera je tada u svijesti naroda stajala na prvom mjestu. Tako se Venecija mogla jače utvrditi u primorsko-jadranskoj zoni, gdje je kasnije i geografijsko ime Hrvatske Države bilo iščezlo ,dok je panonski dio, »ostatak ostataka (reliquiae-reliquiarum) negda slavnoga kraljevstva hrvatskoga«, kako su ga na saborima zvali velikaši — tada predstavnici naroda — uživao doista nezavisnost, ali u tako otančanom obliku, da je bio nemoćan bilo za koju veću samostalnu akciju.

Druga posljedica gubitka onoga prostora bila je isto tako kobna, a posljedice joj se još i sada odrazuju u životu hrvatskoga naroda, što su se na taj prostor uselile mnoge heterogene skupine sa srednjega balkanskoga prostora, kao: Srbi, Vlasi, Cincari i Cigani, čime se je izmijenila prvašnja etnička osnovica stanovništva onoga kraja. Ne može se poreći činjenica, da je bilo u životu naroda posvuda i uvijek potiskivanja jačih na štetu slabijih narodnih skupina, i da je to gotovo redovna pojava u povijesti, pa se i etnografijska

Dalje prema zapadu pruža se Niski ili Plitki krš. Brežuljasto je to zemljište, prava uravnjena površ, s usamljenim gorama, a izbrazdana rijekama: Kupom, Koranom, Glinom, Dobrom i Mrežnicom. Baš ta prostranost površine na jednoj i drugoj strani Save i razgranatost rijeka i dolinskih putova u tom odsjeku omogućivali su na njihovim spojnicama stvaranje važnih naselja i gradova. Tako su već tu prije rimskoga doba na spojnici Save i Kupe osnovali Kelti grad Sisak, koji su kasnije Rimljani uzeli za središte svoje upravne organizacije Zapadne Panonije, a opet kasnije iza useljenja Hrvata tu je bilo uređeno središte Posavske Hrvatske, koja je preko Une bila cestom vezana s Bijelom Hrvatskom na moru.

B. Spoljašnju zonu Dinarskog spleta, predstavlja cijelo Primorje. Ta zona je bila već pregledno prikazana u geografijskom pogledu prije; ovdje će se samo kao rubni trak dinarskog prostora osobitog značenja prikazati napose iz geopolitičkog, etničkog i gospodarskog pogleda.

Primorje kao i cijelo njegovo zaleđe spada istom planinskom sistemu, a osim toga su na cijelom tom velikom prostoru jednake etničke prilike. Isto tako u gospodarskom pogledu ne može se ono odvojiti od zaleđa, jer nema u sebi izvora za vlastiti gospodarski procvat, pače štoviše ono je kao uska a duga obalna oblast u svojim specifičnim maritimnim interesima upućeno na svoje zaleđe. Prema tome je ono u geopolitičkom, etničkom i gospodarskom pogledu dio cjeline, kojoj i zaleđe pripada.

No kako je Primorje dio kopnene cjeline, a opet je kao rub morski dio mediteranskog obruča, te tako ima kopnene i morske granice, izloženo je ono dvostrukom utjecaju, s mora i s kopna, te je prema tome zemlja prijelaza, što se najbolje utvrđuje po narodima, koji su se tu doseljavali.

U najranije povijesno doba useliše se u Dalmaciju Heleni, pomorski narod, i ti osnovaše na morskom rubu više naselja, koja i danas postoje sa svojim helenskim imenima, kao Aspalatos — Split, Epidauros — stari Dubrovnik, Dekathēra — Kotor, Rhizon — Risan, Kuriktike — Krk, Pharos — Hvar. Značajno je istaknuti, da imena tih naselja preuzeše Hrvati od Grka, dok su im Mlečani imena promijenili, pa dok oni nazivaju grčki Pharos Lesina, Hrvati ga zovu po grčkom Hvar, grčkom Tragurionu dadoše Mlečani ime Traù, a Hrvati Trogir, za grčko Kuriktike imadu Hrvati isti korijen »Krk«, dok ga Mlečani nazvaše Veglia.

Međutim ta grčka pomorska kolonizacija pokazuje sve dobre i loše značajke pomorskog naroda, koji se useljuje s većom energijom na samoj obalskoj crti, ali mu ona prodiranjem u unutarnjost progresivno opada, dok konačno u sukobu s kopnenim organiziranim narodom ne malakše. Obrnuto se događa narodima u njihovu nastupu iz nutarnjosti prema moru, kojima su teškoće u pravcu mora sve manje, kao što je to osobiti slučaj s Primorjem gdje reljefne prilike i asimetrična njihova građa pomažu narodima iz zaleđa pristup k moru.

---

karta Evrope često mijenjala, sad jače sad slabije, pa stoga i ova činjenica izmjene stanovništva na tom prostoru ulazi u kategoriju takovih udesnih povijesnih promjena. No ovdje treba istaknuti za razliku od drugih narodnih promjena u Evropi, da se nisu gornje spomenute skupine Srba, Cincara, Vlaha i drugih uselile na taj prostor na osnovi ratnoga prava, jer one nisu bile pobjednice nad prvašnjim hrvatskim stanovništvom, već su došle u pratnji Turaka, vršeći za njih niže službe. Oni su naime timarili stoku ili su ih, kako sam Cvijić tvrdi, sami Turci amo tamo naseljavali, da za njih obrađuju zemlju. Oni su po tome bili izravni pomagači Turaka pri istrebljivanju hrvatskoga življa, ukoliko nije prešao na islam, pa je veći dio preostalog hrvatskog življa, posebice žena i djece, bio njihovim sudjelovanjem i krivnjom što uništen, a što iseljen, a u velikom broju preveden i na grčko-istočnu vjeru.

Treba imati u vidu da su Turci pogodovali grčko-istočnom življu iz dvojakog razloga: što je pravoslavna crkva stvorila s Turskom državom kompromis pa je i njezino javno političko djelovanje bilo nadzirano od turskih vlasti, a drugo, što je Turska stajala za cijelo vrijeme svoga osvajanja u nepomirljivoj borbi s katoličkim državama, osobito s Austrijom, pa su joj i domaći katolici bili uvijek sumnjivi i nepouzdani, te ih se na svaki način htjela riješiti. Najviše su bili progonjeni katolički svećenici, a gdje je njih nestalo, kako je povijesno utvrđeno za dio Hercegovine i neke druge krajeve, preostali katolički živalj bio je prinuđen prijeći na pravoslavnu vjeru.

U novije su se doba pravoslavni stanovnici stranog podrijetla (Vlasi i Cincari), uglavnom pod utjecajem srpsko-pravoslavne crkve, počeli smatrati u narodnom pogledu većinom Srbima. Jednak je bio slučaj i s onim Hrvatima, koji su, kako je spomenuto, s katoličke vjere prešli na pravoslavnu.

U Dalmaciju su to prodiranje iz zaleđa izvršili prvi Iliri, i time su za prvi put etnički integrirali cijeli dinarski prostor i ugnijezdili se na moru, te u tijesnoj vezi s njime postali izvanredno dobri pomorci i ugrozili grčke kolonije po obali, pače i sigurnost plovidbe po moru. Rim se umiješa u te sukobe, izravno da osigura sigurnost plovidbe na Jadranu, a neizravno da na tom prostoru produži život helenstvu za nekoliko vjekova.

Ovo drugo prodiranje naroda s mora, organizirano tada u najvećoj svjetskoj državi Antike, završilo je osvojenjem cijele zemlje, i to kako je spomenuto preko Kranjskoga krša, te organizacijom pokrajine Dalmacije i romaniziranjem ilirskih starinika.

Drugi je narodni val došao iz zaleđa iza sloma Rimske države u doba seobe naroda. Novo nadošlom narodu, makar bio i na primitivnijem stupnju razvoja, ipak ne uzmogoše odoljeti ni romanizirani starinici u zaleđu, kao ni kulturno jači potomci latinskih useljenika u Primorju, jer je geopolitička snaga dinarske cjeline i ove posljednje postupno uvukla u hrvatsku etničku skupinu te ih u vjekovnom pretapanju konačno i pretopila.

Time se na tom cijelom dinarskom prostoru izvršila druga etnička integracija cijeloga prostora, koja se nije izmijenila do danas.

NASELJAVANJE HRVATSKE

Na prostoru Hrvatske Države bilo je još u predpovijesno doba ljudskih naselja, kako to dokazuju nađeni ostatci iz onih dalekih doba. U povijesno pak doba bilo je to područje čestih seljenja mnogih narodnih skupina, od kojih su se neke tu i nastanile i učinile tu zemlju svojim životnim prostorom, za dulje ili kraće vrijeme. Tako, u povijesnoj perspektivi gledano, tu su se etničke skupine taložile jedna nad drugom, ostavljajući jači ili slabiji utjecaj u biologijskom sklopu novoga stanovništva, koje se pomiče do današnjega dana.

Među najstarija nalazišta u Evropi iz starijega kamenog doba ubraja se naseobina paleolitičkog čovjeka kod današnje Krapine.

Iz mlađega kamenog doba ima više tragova po obalama Dalmacije, kao na Hvaru, Visu i Korčuli. U najbogatija pak nalazišta neolitičkoga perioda može se ubrojiti Butmir kod Ilidže, nedaleko Sarajeva, koje predstavlja jezgru većega naselja, ali ih je bilo još i u Srijemu kod Zemuna, kod Vukovara i kod Osijeka.

Mnogobrojniji su ostatci iz metalnoga doba, naročito iz doba željeznoga kod Pakraca, kod Zemuna i kod Bosanske Gradiške.

Početak upotrebe željeza u Hrvatskoj možemo obilježiti sa godinom 1000., i to starije, halštatsko doba trajalo je do 500 godina prije Krista, dok se mlađe, latensko doba nastavilo do početka naše ere.

Ostatci iz željeznoga doba nalaze se u okolici Otočca, ali najbogatiji su ostatci oni iz Glasinca istočno od Sarajeva.

Za željezno doba može se kazati, da su mu nosioci bili Iliri, koji su se tamo uselili sa sjevera iz alpskoga područja, jer su bili stvorili vrlo lijepu kulturu.

Najstarije pak historijsko stanovništvo u našim zemljama predstavljaju ilirsko-tračka plemena u nutarnjosti, a Heleni po dalmatinskim obalama, no dok su Tračani naseljavali srednji i istočni dio Balkanskog poluotoka, a samo ih je nešto malo bilo na prijelazu u zapadni dio, Iliri su naseljavali gotovo cijeli prostor Bosne, Hercegovine i Dalmacije. Prva dakle narodna integracija dinarskog prostora došla je iz kopnenog zaleđa. Iliri su bili podijeljeni na više plemena, a po jednom od njih, po Dalmatima, naseljenima u Primorju između Krke i Cetine, Rimljani su prozvali cio taj prostor Dalmacijom, koja se protezala od rijeke Raše u Istri do Kolubare i Ibra u Srbiji.

Pored Ilira uselili su se na taj prostor oko godine 500. prije Krista Kelti sa zapada i osnovali kod nas grad Sisak, ali njih je zbog selidbenog instinkta te rase kasnije sa prostora naših krajeva nestalo, pa su se iselili prema istoku i prešli Bospor te svršili u Maloj Aziji (Galacija).

Za doba pak seobe naroda bio je prostor današnje Hrvatske Države izvrgnut čestim selidbenim valovima germanskih i negermanskih plemena. Kako je bio poglaviti cilj selidbe naroda Rimsko carstvo, u prvom redu njegovo središte Italija, gdje su se bile nakupile velike gospodarske i kulturne snage staroga vijeka, to je shvatljivo, da je ona na primitivne gomile djelovala kao privlačivo područje. Gotovo sve selidbe dolazile su s istoka preko područja rimskih pokrajina Panonije i Dalmacije, odakle je pristup u Italiju preko Kranjskoga krša najlakši, te su te dvije pokrajine rimske, kao prostorne etape seljenja, bile neprestano izvrgnute tim selidbenim vaovima. No seobe naroda, iako su se etničke prilike u tim rimskim pokrajinama izmijenile, i to potpuno u Panoniji, gdje se starinici ne uzmogoše u ravnini ukorijeniti, a od česti i u brdovitom dijelu Dalmacije, ne uzmogoše izmijeniti staru orijentaciju tih zemalja za Zapad. Onako, kako je rimska Dalmacija odmah pri prvoj organizaciji bila vezana za Zapad, ona ostade i kasnije iza seobe naroda u okviru evropskog Zapada.

Kada je iz mnogih uzroka i čestih kriza nastala nužda reorganizacije Rimske države, posebice stoga, što su opreke između Istoka i Zapada postepeno rasle, došlo se na misao, da bi se država imala podijeliti u dva upravna područja, ali da bi ideja državne jedinstvenosti i dalje ostala. To je proveo Teodozije (god. 395.) tako, da ju je podijelio između svoja dva sina Arkadija i Honorija. Taj čin je toliko značajan, što se njime kušala prvi put povući demarkaciona linija između Istoka i Zapada na prostoru Balkanskog poluotoka i što je ta linija bila povučena ne kao posljedica kakove pobjede, dakle nije bila nametnuta protivniku, već je bila povučena na osnovu prirodnih uvjeta i najboljega rješavanja balkanskog problema.

Granice su između istočnog i zapadnog dijela Carstva išle dolinom rijeke Drine, a preko Novog Pazara i zapadne Crne Gore svršavale na ušću rijeke Drima u Albaniji.

Priklanjanje toga sjeverozapadnog dijela Poluotoka — današnje Bosne, Hercegovine i Dalmacije — zapadnom svijetu, bilo je dakle geopolitički uvjetovano, a ono odgovara također kulturnopovijesnim vezama tih zemalja sa Zapadom. Panonija pak, odnosno današnje Savsko-dravsko međuriječje, nije nikada bilo prijeporno pitanje izmedju Istoka i Zapada, već je ono bilo uvijek dio Zapadnog rimskog carstva.

Da se već istaknutom političkom određenju tih zemalja za Zapad dodadu i drugi dokazi, treba spomenuti da se na cijelom prostoru Dalmacije i Bosne i Hercegovine širio zapadni oblik kršćanstva, a imena svećenika i biskupa, zabilježena u spomenicima tih zemalja, sva su od reda latinska, dok su i sami biskupi bili uključeni u zapadnu hierarhiju.

Ta ista geopolitička orijentacija toga sjeverozapadnog dijela Balkana izvršena je i za doba gospodstva Istočnih Gota. Kada su naime oni pod Teodorikom Velikim osnovali Istočnogotsku državu sa središtem u Raveni, i današnje hrvatske zemlje bile su u njezinu okviru.

Ovdje je vrijedno spomenuti jednu činjenicu, koja pokazuje da su iza prestanka Istočnogotske države ostale žive uspomene toga naroda kod njihovih neposrednih nasljednika Hrvata. Vođe Istočnih Gota zvali su se: Teodemir, Valamir i Videmir, a sin Teodemira bijaše Teodorik Veliki, osnivač Istočnogotske države. Ako se uzme u obzir, da su se hrvatski kraljevi i knezovi zvali: Mutimir, Trpimir, Branimir, Krešimir, Zvonimir i t. d., onda je značajna analogija između imena gotskih i hrvatskih vladara, pa ili ta analogija upućuje na krvno srodstvo spomenutih vladarskih kuća, ili, što je vjerojatnije, da je gotsko vladanje ostavilo jaku predaju u narodu i na vladarske nasljednike. Vjerojatno prema toj predaji i Toma Arhiđakon u svojoj Historia Salonitana, iz XIII. vijeka istovjetuje Hrvate s Gotima (Croati seu Goti). Svakako iza propasti Istočnogotske države ostali su na njezinu prvašnjem prostoru razasuti ostatci Gota, a kako se malo iza toga tu počeše useljivati Hrvati, to je vjerojatno, da je između njih i preostalih Gota moglo doći do krvnog stapanja.

Kada su se kasnije Hrvati u VI. i VII. vijeku na tom prostoru uselili i organizirali svoju državu i primili vjeru iz Rima te sklopili s papom, glavarom Crkve, nenavalni pakt, ušli su tako u okvir univerzalne crkve i zapadne civilizacije, kojoj ostadoše vjerni do danas, ukoliko nisu, nalazeći se na krajnjem njezinu rubu i nakon osam stoljeća došavši na graničnu crtu prodiranja Turaka, prigrlili

islam. To njihovo određenje za Zapad i za zapadnu formu kršćanstva još je značajnije, ako se ima u vidu činjenica, da se to dogodilo u VII. vijeku, kad Zapadne rimske države već nije bilo, pa je pravno i stvarno i prostor naseljen Hrvatima bio u okviru Istočnorimske države; ali su uza sve međunarodno priznanje bizantijske vlasti Hrvati vjerski i kulturno prionuli uz Zapad.

Vrlo značajan događaj u svjetskoj povijesti predstavlja organizacija Franačke države za Karla Velikog, jer njome prestade i ona teoretska ideja jedinstva stare Rimske države, koju su zastupali bizantijski vladari, te se prekidom između Istoka i Zapada stvara nova zapadna Evropa. Karlo Veliki proširi svoju vlast na cijelo područje bivšega Zapadnog rimskog carstva, čime su i hrvatske zemlje ušle u njegov okvir. Istom sada se organizira i hrvatska samostalna država na istim zapadnim temeljima, na kojima je bila izgrađena i Franačka država, i to u tolikoj mjeri, da je i kruna hrvatskih vladara bila napravljena po uzoru krune franačkih vladara.

Uz poromanjene ilirske starinike u zaleđu i po planinskim predjelima nađoše Hrvati pri svome nastupu k moru, u primorskim gradovima i na otocima, potomke onih Italika, što su se tamo naselili još u doba republike, pa i kasnije u doba carstva. Iza rasula Romanije rasuše se ilirski pretopljenici kao pastiri po brdinama, u zaleđu, dok se Italici iza razorenja Salone i drugih gradova skloniše po otocima i po primorskim gradovima, ali im se najvažnija jezgra utvrdi u Dioklecijanovoj palači, od koje nastane grad Split.[5] Tu su se oni iza useljenja Hrvata dugo držali, pače u malom broju kroz cijeli srednji vijek, pomagani višom kulturom i vezama s Apeninskim poluotokom, koje veze nijesu nikada bile prekinute, ali još najviše kršćanskom vjerom, koju prihvatiše i došljaci, i tako stvoriše s Romanima nadnacionalnu duhovnu zajednicu. Poglavitu im je pak pomoć dala rimska crkva, koja je naslijedila na drugim temeljima stari rimski imperij, te je svojom strogom organizacijom i zaptom zavela red ,sigurnost, pravo i međusobno povjerenje. Hrvatski vladari uzimaju iz tih gradova latinske biskupe za savjetnike i darivaju ih za učinjene usluge velikim posjedima. Sve starije isprave hrvatskih knezova i vladara napisane su latinskim jezikom, pa je i na ovom sektoru Mediterana uza sav ulazak nove etničke primitivnije skupine bio kontinuitet

5 Poromanjene ilirske starinike u primorskoj zoni zvahu Morlacchi — hrv. Vlasi, a stanovahu po brdinama u svojim katunima i bijahu nomadski stočari. Međutim u vjekovnom dodiru i krvnim miješanjem bijaše tih ilirskih starinika sve manje, dok ih nije konačno jezično posve nestalo. Kasnijim migracijama u tursko doba uselише se na njihov prostor Hrvati, većinom iz Hercegovine i Bosne, ali i po koja skupina nehrvata sa srednjega balkanskog prostora. Oni etnički, kako se povijesno za svako naselje dokazalo, nemaju ništa zajedničko s ilirskim starosjediocima, a ipak ih Primorci, zamijenivši etnički s geografijskim pojmom, prozvaše Vlasima, bez obzira na to, da li su oni katoličke ili grčko-istočne vjere.

mediteranske kulture očuvan, iako je ona bila od kopna odijeljena samo tankom lupinom.

S druge pak strane Hrvati spasavaju, što istočnim Germanima nije bilo uspjelo — osim u vojničkoj organizaciji — svoje plemenske uredbe, pa je odmah do periferije romanskih gradova bio hrvatski živalj sa svojim narodnim životom i u svojoj organizaciji. Toliko je upornost u obrani svoga narodnoga kod Hrvata bila jaka, da su oni, i ostavši u okviru univerzalne zapadne crkve, spasili u liturgiji svoj narodni jezik, što je bio jedini slučaj na zapadu.

Uz vjersko-kulturne veze između Romana po gradovima i doseljenih Hrvata nastupiše i ženidbene veze, i time se uz kulturno izjednačivanje počelo vršiti i krvno stapanje kao i narodno pretapanje, pa se romanski etnički karakter stanovništva počeo po gradovima i otocima sve više gubiti, dok nije staroga stanovništva na prostoru rimske Dalmacije na kopnu i otocima uz rijetke izuzetke posvema nestalo.

Ali ovdje treba naglasiti najznačajniju činjenicu kod ovoga procesa pretapanja, koja karakterizira i etničku snagu Hrvata, kao i njihovu brojčanu nadmoć. Dalmatinski Romani zadržaše zadugo svoj jezik, takozvani »dalmatinski« u srednjoj, a »krčki« dijalekat u sjevernoj Dalmaciji. Ali oba dijalekta nisu imala duhovne privlačne snage, koja bi bila nužna da oni postanu kulturni promicatelji, ili da budu posebna kulturna bitna forma, oko koje bi se mogla oblikovati jedna stvarajuća politička volja, koja bi se s vremenom sažela u nacionalnu svijest, kako se to dogodilo od romanskih dijalekata na prostoru Galije i Iberskog poluotoka. Tu su viši kulturni slojevi odozgor, a kod Rumunja italski useljenici, nametnuli jezik nižim slojevima i te romanizirali. Iz njih se kasnije razviše romanski narodi i jezici (Španjolci, Portugalci, Francuzi i Rumunji). Ta činjenica najbolje utvrđuje gore istaknutu misao, da Primorje kao obalna čest Dinarida nema na svome prostoru dovoljno snaga, koje bi mogle paralizirati priliv iz zaleđa i na svome prostoru oblikovati narod i državu, već da je ona prelazni prostor dvojakih sila, kopnenih i pomorskih, a kopnene su uvijek u etničkom pogledu prevladavale.

Hrvatski došljaci primaju vjeru od romanskih starinika, a primaju od njih, pored vjere, i neke druge kulturne tekovine, ali ne slijepo, već odabiranim načinom; spasavaju tako u tom kulturnom stapanju svoj duh i svoju samobitnost, a to je prvi i najveći uspjeh doseljenih Hrvata; ne uništavaju staru kulturu, a ipak spasavaju svoj duh i etničko obilježje. I sada se u slici toga Primorja vidi, ma da su na njoj vidljivi jaki kulturni tragovi mediteranskih utjecaja, povijesno-biologijska konstanta, da je ono u rasnom (dinarski tip) i etničkom pogledu istovjetno sa svojim dinarsko-panonskim zaleđem.

Rezultat pretapanja zatečenih starinika i miješanja pridošlica u doba velikih seoba s hrvatskom etničkom jezgrom pokazuje rasni sastav hrvatskoga prostora.

Na području današnje Hrvatske izgradio se jedan značajan rasni tip, koji je po planini Dinari prozvan dinarskim tipom. Je li on još od predpovijesnog iskona bio poseban tip, ili se kao takav izgradio miješanjem tamnijih Armenoida i svjetlijih nordijaca, u koji tip spada i jedna skupina Slavena — kako neki antropolozi misle — nije do danas u nauci utvrđeno. Uslijed toga miješanja nastalo je više tipova te rase, tamnije i svjetlije boje. Tako se jedan pojas svjetlije boje nalazi po sredini Bosne, što je dokaz, da su tu hrvatski došljaci bili brojniji od starinika. Svakako taj rasni tip, koji je i izvan Hrvatske Države zastupan u mnogim zemljama, naročito u Tirolu i u južnoj Njemačkoj, a sami Goethe i Schiller u svojim značajkama imaju i neke komponente toga tipa, nalazi se u najčistijem obliku baš na području Hrvatske Države, posebice u Hercegovini i na razmeđu Bosne i Dalmacije.

Osim dinarskog rasnog tipa, u ravnom Podunavlju je zastupan u jačem broju i alpski rasni tip, a imade tu predstavnika sudetske rase, kao i istočno-baltijske; posebice je dosta nordijaca. Na jadranskom pak prostoru zastupan je i mediteranski rasni tip, ali ne mnogo u čistom rasnom obliku.

ORGANIZACIJA SREDOVJEČNE HRVATSKE DRŽAVE

Hrvati su u području rimske Dalmacije i Panonije organizirali tri države, i to prvo Bijelu Hrvatsku na području srednje Dalmacije i Bosne, na geopolitički najjačem mjestu svoga životnog prostora. Drugu političku organizaciju stvaraju na jugu Dalmacije, na području Hercegovine i Crne Gore, i ta dolazi u povijesti pod imenom Crvene Hrvatske. Konačno organiziraju Posavsku Hrvatsku, na području rimske pokrajine Panonije.

Najjača politička tvorba bijaše Bijela Hrvatska, sa žarištem na primorskom središnjem prostoru Dinarskog sistema, gdje su vijenci otoka s jedne, a plodna krška polja s druge strane omogućivali stanovništvu uzane veze s morem i s mediteranskom kulturom na jednoj, a povoljne gospodarske prilike na drugoj strani.

Konačno je Bijela Hrvatska okupila i ostale državne tvorevine, pa se u spomenicima spominje Bijela Hrvatska s prostorom sve tamo do Dunava i Drine.

Ovom organizacijom Hrvatske Države na cijelom prostoru Dinarskoga spleta nestaje geografijskog pojma rimske Dalmacije, ali ne posvema. Geografijsko ime Dalmacije spasava se na nekoliko primorskih gradova i otoka, a to su: Split, Zadar, Trogir, Dubrovnik, Kotor, te otoci Krk, Cres, Lošinj, Rab i Vrgada.

U administrativno-političkom pogledu ti gradovi i otoci pripadali su u prvo doba Hrvata kao temat Dalmacija Bizantijskoj državi, koja je iza propasti Zapadnog rimskog carstva postala teoretski pravni baštinik cijele Rimske države, a ta svoja prava znala je za dugo na balkanskom prostoru i ostvarivati.

Hrvati su se po ostaloj dalmatinskoj obali i otocima (Brač, Hvar, Šolta, Vis, Korčula, Dugi otok i mnoštvo omanjih otoka) naselili, s morem se toliko stopili, da su postali odlični pomorci, kojima je sama Venecija morala od god. 887. pa do konca X. vijeka plaćati godišnji danak za slobodu plovidbe po moru. Hrvatska je mornarica bila za ono doba velika. Tako je Hrvatska imala za doba hrvatskoga kralja Tomislava oko godine 925. po svjedočanstvu bizantijskog vladara Konstantina Porfirogeneta 80 velikih brodova (sagina) sa 80 vojnika bez veslača na svakoj od njih, i 100 manjih brodova (condura) sa 20 vojnika na svakoj od njih, što je za ono doba bila znatna pomorska snaga, jer je na primjer Bizant, najveća pomorska sila onoga doba, imao većih i manjih brodova oko 300.

Međutim se još jednom Hrvatska Država digla u polovini XI. vijeka, za doba jake ličnosti kralja Petra Krešimira IV., kojemu je uspjelo pripojiti svojoj državi i bizantijski temat Dalmaciju, čime je bio integriran otočni i kopneni dio cijele zemlje u jednu državnu cjelinu. To priključenje bizantijske Dalmacije Hrvatskoj Državi došlo je do izražaja i u naslovu hrvatskoga kralja, koji se prozvao kraljem Hrvatske i Dalmacije (rex Croatiae et Dalmatiae), ali ne kao dvaju, već kao jednoga jedinstvenoga administrativno-političkog i međunarodno priznatog teritorija.

Ime kraljevine Dalmacije za prvi put se spominje u sklopu Hrvatske Države, i to kao neodvojni i jedinstveni dio cijeloga hrvatskog državnog teritorija. Taj naslov zemlji ostade i kasnije do danas, pa kada se on spominje u naslovu hrvatsko-ugarskih vladara, a kasnije i austrijskih vladara, treba imati u vidu, da on prvotno potječe od hrvatskih vladara, koji su proširili kraljevski naziv na Dalmaciju, kao sastavni dio Hrvatske Države.

Hrvatska Država, oslabljena unutarnjim nemirima, čini se i zbog pitanja sudjelovanja u križarskim vojnama, na svojim granicama potiskivana sve jačom ekspanzijom Venecije na istočnom jadranskom prostoru, a u Podunavlju ekspanzijom Madžara u pravcu mora, stupila je u personalnu uniju s ugarskim vladarima (1102.), da tako sa sigurnim uporištem u zaleđu bolje zaštiti obalsko područje. Zaista su zajednički hrvatsko-ugarski vladari preuzeli pogledom na Dalmaciju politiku ranijih hrvatskih vladara. Venecija je uza sve to nastavila svoju politiku osvajanja, i koristeći se slabošću i nemirima u unutarnjosti hrvatsko-ugarske zajednice, osvajala sada jedan a sada drugi grad ili otok po istočnim obalama Jadrana. Sam grad Zadar promijenio je šest puta državnu pripadnost, a Venecija se poslužila križarima u IV. križarskoj vojni 1202., da joj oni osvoje hrvatski i kršćanski grad Zadar; toliko se kršćanska religiozna ideja bila tada profanirala u političko-osvajačke i trgovačke svrhe.

Međutim, tu uniju s Ugarskom nisu prihvatili svi hrvatski velikaši, tada najjači predstavnici države Hrvatske, pa se stvorila

jedna nezavisna hrvatska stranka — stranka prava srednjega vijeka — koja je uniju s ugarskim vladarima pobijala, a kao vođa postavio joj se Petar Svačić koji je oružanom silom htio tu uniju spriječiti, ali je bio kod Petrove gore potučen 1102.

Iza njega su tu istu ideju nezavisnosti zastupali drugi velikaši, kao Šubići i Nelipići s ovoga ili s onoga dinarskog prostora; tolika je geopolitička autonomna snaga dinarskog prostora i toliko je bio živ i jak osjećaj nezavisnosti u hrvatskom narodu.

Snažnoj ličnosti Ljudevita I. Anžuvinca, zajedničkog hrvatsko-ugarskog vladara, uspjelo je posve istisnuti Veneciju s istočnih obala Jadrana i prisiliti je mirom u Zadru (god. 1358.) na odstup cijele istočne jadranske obale od Rijeke do Drača. Upravu pad nad tim područjem imao je hrvatsko-dalmatinski ban.

Pod slabijim nasljednicima Ljudevita I. Venecija je pojačala svoju staru politiku osvajanja po istočnim jadranskim obalama, ali je opet politiku nezavisnosti i cjelokupnosti hrvatskih zemalja preuzeo sa bosanskog prostora predstavnik nove hrvatske narodne dinastije kralj Stjepan Tvrtko, te se osvojivši dalmatinske gradove prozvao kraljem Hrvatske i Dalmacije (1390.). Iza njegove smrti invazija turska na Balkanu dospjela je do bosanskih granica i oslabila moć posljednjih Kotromanića. Zato su Hrvati izabrali u Zadru za vladara Ladislava Napuljskog Anžuvinca, koji je bio u Zadru okrunjen hrvatskom krunom. On je iza dugoga nedostojnog pogađanja prodao Dalmaciju Veneciji godine 1409. za svotu od 100.000 dukata, i to svoje posjede: Zadar, Novigrad, Pag i Vranu, dok se je istim ugovor odrekao i svih svojih prava na ostalu Dalmaciju.

Iza te sramotne izdaje, a da očuvaju svoju autonomiju, priznali su mletačku vlast i ostali primorski gradovi i otoci, kao Cres, Brač, Korčula, Kotor, Split, Trogir, Omiš. Tako se ime Dalmacije proširilo na gradove i otoke koji do tada nisu ulazili u geografijski pojam Dalmacije, već su bili u geografijskom okviru Hrvatske. Dubrovnik je pak ostao izvan okvira Dalmacije kao nezavisna država sve do dolaska Francuza u Dalmaciju (1806.). Bivšu bizantijsku Dalmaciju i sve nove stečene posjede Venecija je prozvala »starim posjedom« (acquisto vecchio).

Kada je Turska u ratovima u Podunavlju bila u XVII. vijeku oslabljena i odatle morala uzmicati, Venecija je tu slabost Turske znala iskoristiti, osobito iza turskoga poraza pod Bečom (1683.), te je dobila i veliki dio Dalmatinske Zagore i Ravnih Kotara, i taj je stečeni posjed priključila svome starom posjedu kao »novi posjed« (acquisto novo).

Konačno je iza sloma Turske u Podunavlju za doba ofenzive Eugena Savojskoga i ustanka hrvatskog stanovništva protiv turskoga vladanja iznudila Venecija od Turske nove ustupke na području današnje Dalmacije, te ih je ona dobila mirom u Požarevcu (1718.) i priključila pod imenom »najnovijega posjeda« (acquisto novissimo) svome dotadanjem posjedu u Dalmaciji. Ovim

posljednjim porastom Dalmacija dobiva prema sjeveroistoku onaj opseg, u kojemu je ostala do konca mletačkoga vladanja u Dalmaciji (1797.). Konačno u austrijski okvir Dalmacije ušla je kasnije Dubrovačka republika, iza odlaska Francuza, kao i mjesto Spič u južnoj Dalmaciji (1878.).

Ovoliko s pogledom na geopolitičke i etničke prilike Hrvatske Države, iz kojih se jasno vidi, da je Hrvatska Država sastavljena iz dva geografijska i morfologijska područja, Panonske nizine i balkanskog bregovitog zemljišta, ali povezana rijekom Savom, koja ta dva dijela spaja, kao i pravcem bosanskih rijeka, koje ne integriraju Bosnu za sebe, već je pače u dijelove cijepaju, dok joj spojnu snagu daje tok rijeke Save, koja na granici Posavine prima sve bosanske rijeke, no ona ne integrira samo Bosnu za sebe već i nju s panonskom Hrvatskom.

Uz zajedničku geografijsku i prometnu crtu povećavaju povezanost i zajedničke etničke prilike obiju pokrajina, jer Međuriječje ravne Panonije nije drugo nego naseobeno područje prekosavske Bosne i južnog dijela Banske Hrvatske. Tako prometne, geopolitičke i etničke prilike vežu dva različita dijela Hrvatske Države na toj panonskoj strani.

S druge strane Primorje i Hercegovina kao dijelovi Dinarskog sistema, ali jadranske orijentacije, vezani su također sa svojim zaleđem u geografijskom i etničkom pogledu, ma koliko u njima bilo individualnih crta u klimi, flori i vegetaciji, kojima se razlikuju od svoga zaleđa.

Hrvatska Država, ma koliko geografijski podijeljena u dva različita područja, panonsko i balkansko, a ovo drugo opet u dinarsko-kontinentalno i dinarsko-jadransko, čini uza sve to na ovom prostoru svojim smještajem na rubu kontinenta posebnu veću cjelinu između zapada i istoka, Srednje i Jugoistočne Evrope, a posebno ona je prelazno i neobilazno područje između Panonskoga bazena i Jadranskoga mora. Dio Panonske nizine (Međuriječje) jače je vezan sa svojim bosanskim i pokupsko-ličkim dinarskim zaleđem, nego s ostalom Panonskom nizinom.

Isto tako Bosna i Hercegovina, ma koliko na istoku stajale vezane dugom linijom na Drini uz ostali Balkan, bile su uvijek svojim transversalnim putovima i povijesno-kulturnim zbivanjem jače vezane uz panonsku i jadransku stranu, nego uz srednjo-balkanski prostor na istoku. Ove geografijske i geopolitičke momente potkrepljuju i etničke prilike. Između Bosne i Hercegovine i panonskog Međuriječja na jednoj strani i Primorja na jugu na drugoj strani nema etničkih ni jezičnih razlika. Na svim tim prostorima stanuje isti narod i tu se govori isti jezik.

Baš na ovo treba upozoriti, da posvuda drugdje planinski isponi dijele narode i jezike, a ovdje se baš obrnuto dogodilo. Na prostoru Bosne, Hercegovine i Primorja, ma koliko one u svom reljefu bile pocjepkane u manje geografijske posebnosti, i ma koliko

se tu u toku povijesti slagale različite etničke skupine, koje se inače u planinskim krajevima zadugo spasavaju i čuvaju svoje jezične i kulturne osobine, ove su se kod nas tu s vremenom sve izgubile i stopile, te postale narodno i jezično homogene. To je još važnije istaknuti, što na primjer u idealnoj morfologijskoj cjelini Panonskog bazena, koji je kao jednolična ravnina vrlo podesan za stapanje rasa, naroda i jezika, nema ni etničke ni jezične homogenosti.

Taj momenat etničke i jezične homogenosti ne samo stanovništva u samom dinarskom sklopu, već stanovništva na cjelokupnom prostoru dinarskog sklopa sa jadransko-primorskim rubom i panonskim Međuriječjem, treba još jače istaknuti, što su te dvije periferijske čest i bile u toku povijesti izložene jakim stranim političkim, kulturnim i narodnim utjecajima.

Ovim geopolitičkim i etničkim momentima povezanosti hrvatskih zemalja pridolaze i ekonomski momenti, koji te veze još povećavaju i pojedine dijelove u cjelinu vežu. Svaki dio ima neke svoje posebne gospodarske značajke, ali ni jedan dio ne može za sebe stvoriti nezavisno-gospodarsku autonomiju; i svaki je svojim prirodnim bogatstvom i proizvodnjom upućen jedan na drugoga, te se njihov ekonomski potencijal može najbolje povećati, u koliko svaki dio bude stvarao i proizvodio ona dobra, što su njemu po prirodnim darovima moguća, da se zajedno savršeno upotpunjuju i uzajamno omogućuju zajednički ekonomski procvat.

Smještaj naših zemalja nameće nam misiju i određuje sferu naše djelatnosti; mi je možemo izvršiti, kao što smo je vršili u prošlosti, i to sami mi vlastitim snagama i nitko drugi.

Naš geopolitički položaj prelazne zemlje između Istoka i Zapada, između kontinentalne Srednje i maritimne Južne Evrope, uvjetovao je neprestanu orijentaciju prema snagama političkim i kulturnim naših susjeda, bilo to primanja, bilo odbijanja. Kako su hrvatske zemlje svojim smještajem uključene u Zapadu, prirodna je bila posljedica, da je naša kulturna i duhovna orijentacija odmah na početku bila određena prema toj strani, pa da su hrvatske zemlje primale zapadne kulturne i duhovne utjecaje iz dvaju izvora, romanskoga na jadranskom prostoru i njemačkoga u ravnom Podunavlju. Uza sve to primanje hrvatski narod je imao dosta duhovnih snaga u sebi, da je te utjecaje primao odabirnim načinom i sprovodio u svoj kulturni kozmos prema svome narodnom duhu, pa je stoga mogao trajno očuvati svoje narodno biće.

Ali, ne smije se smetnuti s uma, da se veći dio hrvatske zemlje nalazi na Balkanu i da je tu težište našeg naroda, te da je tu bila organizirana srednjovječna Hrvatska Država, pa da se tu očuvao do danas najčistiji izvor našega jezika i našega samoniklog stvaranja, te da taj dio još i danas ima veliku snagu u našem narodnom životu i veliko značenje za dalji naš razvoj.

Balkan je nepobitno svijet za sebe, ma koliko u njemu dolazili utjecaji s istoka i sa zapada, pa on predstavlja i vlastiti krvni

prostor, u kome su uklopljena oba njegova dijela, istočni i zapadni. Ta vlastitost Balkana i njegove kozmičke snage, osobito u seljaštvu nastanjenom po planinama, toliko su jake, da ni tursko četiristogodišnje gospodstvo, koje je na Balkanu bilo prekinulo prijašnji kulturni razvoj, nije moglo izazvati u narodima proces degeneracije, već pače obrnuti proces regeneracije, pa iza sloma turske vlasti izađoše balkanski narodi na svijetlo povijesti puni životne volje i antropologijske svježine.

Posebice hrvatski narod, koji je na jednom dijelu svojih zemalja po periferiji bio izložen premoćnim utjecajima Zapada, nije uza sve to izgubio svoju duhovnu vlastitost, onako isto kako je nije izgubio kasnije za turskoga gospodstva, već mu je štoviše krvnim prilivom baš njegova balkanskoga stanovništva i njegovom upornom samoniklošću bila očuvana u patrijarhalnom sloju njegova duhovna samobitnost i narodna individualnost.

GOSPODARSKI MOMENTI

A sada treba analizirati sva tri geografijska dijela hrvatske države: panonski, bosansko-dinarski i dalmatinsko-dinarski s gospodarskoga gledišta, da se vidi, što svaki dio u tom pogledu predstavlja i kojim proizvodnim snagama raspolaže, da se na temelju te analize izvede zaključak, da li može pojedini dio izgraditi svoje autonomno gospodarsko područje, ili su sva tri dijela hrvatskih zemalja u gospodarskom pogledu jedan na drugi upućeni, da bi mogli kao cjelina stvoriti nezavisno narodno gospodarstvo i zemlju i narod dignuti do blagostanja.

Geografijski je utvrđeno, da između Bosne i Banske Hrvatske na sjeveru po pravcu rijeke Save, središnje prometne brazde između Panonske Hrvatske i Bosanske Hrvatske, postoje uzane veze, te da je podunavsko Međuriječje bilo kolonizaciono područje za stanovnike njegove balkanske pozadine. Dakle među ta dva dijela postoje uske geografijske i etničke veze.

Primorje pak na drugoj strani dinarskog bila, kako je to već izloženo, predstavlja obalni rub toga spleta, koji je isto tako u geopolitičkom i etničkom pogledu vezan sa svojim zaleđem. Ako pak Primorje po svojoj jadranskoj klimi i svojoj proizvodnji te maritimnim interesima čini stanovitu posebnost, na kojoj se i proizvodi zemlje i zanimanje stanovnika ponešto razlikuju od zaleđa, ono uza sve to nije kadro samo za sebe osigurati opstanak i gospodarski napredak stanovništva.

Primorje nema u svom obsegu jednoga većeg plodnog prostora, na kome bi bila proizvodnja takova, da bi udovoljilo potrebama svojim i svog bližeg susjedstva te ga povelo višem blagostanju. Njegovo neposredno zaleđe slabe je rodnosti, i većinom ogoljela vapnenačka površina, te ne može prehraniti ni ono rijetko naseljeno stanovništvo. Stoga se onaj prostor između Bosne i mora može

uzeti samo kao prolaz za promet između obale i dalekog zaleđa. Primorje u gospodarskom pogledu ne predstavlja autonomno područje, pa cijela obalna zona s otocima ne može svojom proizvodnjom i zanimanjem stanovništva vršiti bilo kakovu privlačivu snagu na izvanprimorsku pozadinu. Njegovo brodarstvo kao i druga primorska zanimanja imaju samo lokalno značenje za domaće stanovništvo. Ali vezano sa zaleđem ono može omogućiti većoj proizvodnji s te strane prolaz kroz svoje luke, čime se može dići blagostanje cijele zemlje. Iz toga jasno slijedi da Primorje nije ulazni prostor za Panonsku Hrvatsku i Bosnu, već obrnuto, Primorje je upućeno kao vrata u svijet na promet iz tih zemalja na more.

Ima zato još i drugih razloga. Primorje prema svojoj klimi ima i svoju proizvodnju, u prvom redu vino, ulje, eterska ulja, smokve i još neke druge korisne biljke. Te biljke uspijevaju više ili manje po svim obalama Sredozemnoga mora, gdje vlada slična klima. Poznat je međutim gospodarski zakon, da ne može biti uvjeta za privredni promet između zemalja iste proizvodnje. Zemlje, koje imaju istu proizvodnju, bila ta prvotna ili prerađevina, ne izmjenjuju svoja dobra. Primorje višak svoga vina i drugih mediteranskih biljki može izvoziti samo u one zemlje, koje tih proizvoda nemaju, a to je u prvom redu njegovo zaleđe, odakle može dobivati krušnu hranu, drvo i domaće životinje, u kojima Primorje oskudijeva. Prema tome između Primorja i njegova zaleđa postoje razlike u proizvodnji, dakle među njima vlada gospodarska napetost i oni se međusobno upotpunjuju.

Sva tri dijela hrvatskih zemalja u cijelosti uzeta predstavljaju u gospodarskom pogledu nezavisno cjelovito područje.

Panonski ravni dio prema svojim pedologijskim prilikama najpodesniji je za proizvodnju žitarica, a ima tu krajeva koji su najplodniji krajevi u Evropi (Srijem). Proizvodnja žitarica prehranjuje stanovništvo i još pretiče za izvoz u druge dijelove Hrvatske, u kojima proizvodnja žitarica ne pokriva svih potreba. Kada bi se pak regulirale neke rijeke i prosušila poplavna područja te provelo intenzivnije obrađivanje zemlje, proizvodnja bi se znatno digla.

Osim žitarica, u panonskom dijelu proizvode se velike količine voća, osobito šljiva i jabuka, kao i drugih tržnih biljki (konoplje, hmelja, cikorije, sladorne repe, lana i t. d.)

U Bosni, posebice u Hercegovini, proizvodnja žitarica ne pokriva sve potrebe krušne hrane stanovništva, ali Bosna obiluje rudnim blagom, drvom i voćem, a Hercegovina duhanom, najboljim u Evropi, kao i stokom sitnoga zuba.

Primorje također svojom proizvodnjom žita, ne pokriva krušne potrebe svoga stanovništva, ali obiluje proizvodnjom vina i mediteranskim biljkama, osobito maslinovim uljem, smokvama i agrumima. Velika je njegova prednost što imade mnogo boksita i laporaste zemlje, a najveća što preko svojih luka otvara bližem

kao i dalekom zaleđu (Podunavlju) put u međunarodni promet i trgovinu.

Istina, Hrvatska Država nije autarhična u svom gospodarskom sastavu, kao što je vrlo rijetko bilo koja druga zemlja na svijetu, ali izvozom svojih prirodnih proizvoda, posebice svojih ruda, željeza, boksita, cementnog lapora, mramora, stočarskih proizvoda, peradi, kao i izvozom velike količine drva, kojim država izvanredno obiluje, može nadoknaditi uvoz nekih sirovina (pamuk, kaučuk i t. d.) a posebice veliki uvoz fabrikata, u kojima zemlja ne proizvodi dovoljne količine.

Kako se iz ovoga prikaza vidi, hrvatske zemlje, balkanske i panonske, geografijski su povezane — pogotovo kao tri naporedna pojasa, — i čine geopolitičku cjelinu. Na tom prostoru živi narod, koji se pred 1300 godina tu uselio, etničke trijeske starinika pretopio, krvno se s njima stopio i sa dominantom dinarske rase među evropskim rasama se predstavio s odlikama borbenosti, umne darovitosti i neslomive samosvijesti.

Na tom prostoru je hrvatski narod među prvima u Evropi u srednjem vijeku organizirao svoju državu po zapadnom uzoru, u njoj izgradio svoju kulturu, samoniklu ili u simbiozi s tuđim kulturama, ali uvijek samobitnu.

Na tom prostoru je hrvatski narod stvorio i uredio svoje gospodarstvo, u vezi s morem postao pomorskim narodom, pa je tako u svakom pogledu duhovne i materijalne kulture koračao naporedo s drugim naprednim narodima Evrope.

U teškim krizama i pred tuđinskim osvajanjima nije hrvatski narod bez borbe uzmicao, već je sve žrtvovao da očuva nezavisnost, narodnost i kulturu, a ukoliko je morao državno-politički uzmicati pred jačim silama, nije izgubio korijena u zemlji, niti prekinuo s njome tradicije prošlosti, pa kada su strane sile morale s tih prostora uzmicati, hrvatski je narod na temelju načela narodnosti, povijesnog državnog prava i slobode zatražio i za sebe pravo samoodređenja.

Osnivanje Nezavisnosti Države Hrvatske nije bilo posljedica sile i osvajanja tuđih zemalja, već posljedica pravde, slobode i narodnosnog principa. Hrvatski narod je izgradio svoju državu na prostoru, koji je od početka bio njegov i na kome je već u sredujem vijeku organizirao svoju državu i stvorio svoju kulturu, i na komu se u kontinuitetu ukorijenio i živi do danas.*

---

* Rukopis ovog poglavlja predan je uredništvu god. 1941.

Geologijska i tektonska izgradnja

Dr Josip Poljak

UVOD

Prije prijelaza na geologijsku i tektonsku izgradnju Nezavisne Države Hrvatske upoznat ćemo se s glavnim općenitim pojmovima iz nauke o geologiji, koji su potrebni za lakše shvaćanje cjelokupne geologijsko-tektonske slike naših krajeva.

Geologija (grč. ge = zemlja, logos = nauka) je nauka, koja proučava tvarni sastav Zemlje, njenu rudnu građu i povijest njena razvoja od prvih početaka do danas. Drugim riječima, njoj je glavna zadaća, da prouči kao jednu cjelinu sve one geologijske sile, koje svaki dan vrše znatne promjene na licu zemaljskom. Zatim, da na temelju istraživanja kamenja, koje izgrađuje koru zemaljsku, prouči povijest razvoja Zemlje, kao i razvoj organskoga svijeta, koji je živio na Zemlji za vrijeme geologijskih doba. Prema tome, geologija se dijeli u dva glavna dijela, u *opću ili dinamsku* (grč. dinamis = sila) geologiju, koja obrađuje prvi dio gore spomenutih istraživanja, i *povijesnu* ili *stratigrafijsku* (lat. stratus = raširen, sloj; graphein = opisati) geologiju, koja obrađuje ovu drugu skupinu istraživanja.

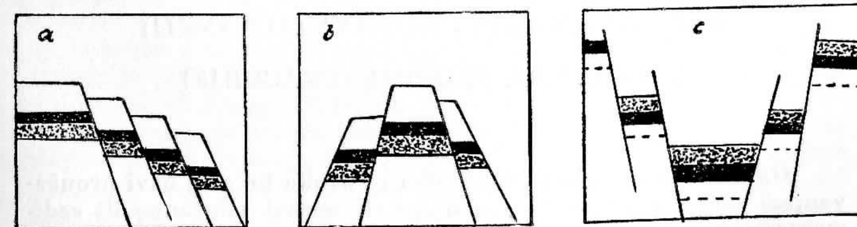
Opća geologija dijeli se u dva dijela: u *vanjsku dinamiku,* koja obrađuje one sile, koje imadu svoje sjedište izvan Zemljina tijela, i *unutarnju dinamiku,* koja govori o silama, kojih je sjedište u samom Zemljinu tijelu. U ovom će poglavlju biti govora samo o povijesnoj geologiji i o jednom zasebnom dijelu opće geologije, t. j. o *tektonici* (grč. tektonikos = što pripada izgradnji) ili nauci o izgrađivanju i poremećivanju slojeva kore zemaljske.

Povijesna ili *stratigrafijska geologija* je nauka o formacijama, a obuhvaća onaj dio geologije, koji nas upoznaje s rudnim sastavom, rasprostranjenjem i sadržajem organskih preostataka pojedinih slojnih vrsta ili geologijskih formacija. Formacije su veliki geologijski odsjeci u povijesti Zemlje, koji slijede jedan iznad drugoga, a sastavljeni su od raznog *taloženog* ili *sedimentarnog kamenja.* Sve taloženo kamenje dolazi u prirodi u *slojevima,* koji su naslagani poput listova papira u knjizi, a svaki je sloj jedan vremenski odsječak iz razvoja Zemlje. Slojevi nam omogućuju, da pratimo razvoj nekog stanovitog slojnog slijeda na velike udaljenosti, često preko cijelih kontinenata, pa na taj način možemo ustanoviti kuda se sve protezalo more jedne te iste formacije, koje je taložilo te slojeve. Slojno ili taloženo kamenje obično je obilježeno raznim životinjskim i biljnim preostatcima. Životinje i biljke, koje su živjele prije početka sadašnje geologijske dobi, a koje su ostale sačuvane u raznim slojevima Zemlje, označuju se kao *okamine* ili *fosili* (lat. fossilis = iskopan). Važnost njihova za određivanje starosti nekoga sloja leži u razlikama, koje pokazuju okamine raznih formacija međusobno. Ova je značajka važna, jer nam daje mogućnosti, da možemo ustanoviti tok razvoja organskoga života na Zemlji kroz geologijske formacije, a ujedno nam omogućuje iz sastava fosilne neke faune i flore povući zaključke o starosti pojedinoga sloja. Oba ova načina određivanja starosti nekoga sloja relativne su naravi, a ne apsolutne, t. j. njima ne možemo ustanoviti starost nekoga sloja po stoljećima i tisućljećima prema našem vremenskom shvaćanju, nego nam oni omogućuju ustanoviti, da li je neki slojni red stariji ili mlađi od drugoga.

Ima i takvih okamina ili fosila, koji su za određivanje starosti slojeva osobito značajni, jer su živjeli samo kroz stanovite formacije ili kroz dio jedne formacije, a poslije se više ne pojavljuju. Takvi se fosili označuju *provodnim okaminama (*ili *provodnim fosilima).* Tako su na pr. mnoge vrste, rodovi i cijele porodice amonita značajne za naslage mezozojskih formacija, graptoliti i trilobiti za neke paleozojske formacije, rudisti za krednu, numuliti za eocensku formaciju itd.

Svi slojevi kore zemaljske sačinjavaju veće ili manje *odjele* ili formacije ili sisteme. Formacije, koje su po svom organskom sadržaju međusobno blize, sastavljaju veće jedinice, zvane *skupine* ili *grupe* ili *ere.* Formacije se pak raspadaju u manje *odjele,* a ovi u *stepenice.*

Sveukupno kamenje kore zemaljske dijeli se obično u ove skupine, formacije i odjele od najmlađih do najstarijih naslaga:



Sl. 1. Shematski prikaz raznih rasjeda: a) stepeničasti rasjed, b) timor ili strš i c) lom u obliku jame.

V. NEOZOJSKA SKUPINA

2.	Formacija *Kvartara* . .	Aluvij Diluvij
1.	„ *Tercijara* .	Pliocen Miocen Oligocen Eocen Paleocen

IV. MEZOZOJSKA SKUPINA

3.	Formacija *Krede* . . .	Gornja kreda Donja kreda
2.	„ *Jure*	Gornji jura (Malm) Srednji jura (Dogger) Donji jura (Lias)
1.	„ *Trijasa* . . .	Gornji trijas (Keuper) Srednji trijas (Ljušturni vapnenac) Donji trijas (Šareni pješčenjak)

III. PALEOZOJSKA SKUPINA

5.	Formacija *Perma* . . .	Zechstein Rotliegendes
4.	„ *Karbona* . .	Gornji karbon (produktivni karbon) Donji karbon (Kulm ili ugljeni vapnenac)
3.	„ *Devona* . . .	Gornji devon Srednji devon Donji devon
2.	„ *Silura* . . .	Gornji silur (Gotlandium) Donji silur (Ordovicium)
1.	„ *Kambrija* . .	Gornji kambrij Srednji kambrij Donji kambrij

II. PROTEROZOJSKA SKUPINA (ALGONKIJ)

I. ARHAJSKA SKUPINA (PRAGORJE)

*

Općenito o tektonici. Tektonika je nauka koja se bavi proučavanjem slojne građe kore zemaljske. U naravi taloženog ili sedimentarnoga kamenja leži, da su svi slojevi taloženi u svom prvotnom vodoravnom položaju. Takvih se slojeva nailazi i danas, što

znači, da su sačuvali svoj prvobitni položaj od vremena taloženja do danas. No takvi su slučajevi dosta rijetki u našim, kao i u ostalim područjima, jer je obična pojava, da slojevi u prirodi pokazuju veći ili manji otklon od prvobitnog vodoravnog položaja. Slojevi su u povodu gibanja tla nakon njihova taloženja promijenili svoj položaj i prešli su iz vodoravnog u *poremećajni* ili *dislocirani položaj.*

Prema načinu gibanja kore zemaljske poremećaji mogu biti *vodoravni (*ili *horizontalni)* i *okomiti (*ili *vertikalni).* Vodoravni poremećaji postali su djelovanjem postranog tlaka prouzročenog nabiranjem zemaljske kore, a očituju se *izdizanjem, boranjem* i *prebacivanjem* slojeva. Okomiti poremećaji svode se u glavnom na okomita ili radijalna gibanja zemaljske kore, a javljaju se kao *pregibi* ili *fleksure* i kao *razmaci* ili *rasjedi.*

Izdizanje slojeva najobičniji je poremećaj kod taloženog kamenja, gdje su slojni nizovi naslagani jedan preko drugoga u manje ili više nagnutom položaju. Kut nagiba može kolebati od 0^0 — 90^0, pa se za takve slojeve kaže, da su *izvrnuti* ili *polegli.*

Ako je pritisak na neku skupinu vodoravnih slojeva tako jak, da mu ona ne može odolijevati, tada se slojevi počnu savijati, gužvati i nabirati, pa se za takvu skupinu slojeva kaže, da je *borana.* Kod boranih slojeva mogu se vazda razlikovati, kao kod vala na vodi, brda i dolovi, koji se u tektonici označuju kao *sedlo* (*tjeme*) ili *antiklinala,* s krilima koja se razilaze prema dolje, i *korito* ili *sinklinala,* s krilima koja se razilaze prema gore. Položaj bora u prirodi vrlo je različit, a ovisan je u glavnom o položaju osi antiklinale ili sinklinale. Prema tome, razlikuju se *uspravne* ili *normalne bore,* s krilima koja se razilaze, *kose bore,* s krilima koja se približavaju, i *polegnute bore,* sa stisnutim krilima. Ako je neki borani niz sastavljen od više antiklinala i sinklinala, tada se govori o *složenoj bori.* Boranje slojeva jedna je od najvažnijih geologijskih pojava, jer skupine bora izgrađuju sve najviše gore svijeta, a dijele se u *mlada* i *stara borana gorja,* već prema tome u kojoj su geologijskoj skupini bila borana.

Ako je neka izvrnuta bora pod stalnim jednostranim tlakom boranja, to se ona sve jače stišće, tako da se sedlo sve više uzdiže, a korito pada sve dublje. Kod toga se krila razvuku i istanje tako, da konačno puknu, a na njihovu mjestu postane pukotina. S jedne strane te pukotine leži stisnuta antiklinala, a s druge stisnuta sinklinala, ili drugim riječima, antiklinala je *premaknuta* ili *prebačena* preko sinklinale. Posljedica ove tektonske pojave je ta, da slojevi starije formacije leže preko slojeva mlađe formacije. Pojava premaka česta je pojava jako boranih gora kao na pr. Alpa, a i kod nas dolazi, ali rijetko. Ako se u nekom predjelu sa slojevima slabog nagiba giblje jedan slojni red pravcem prema dolje, to se na pregibu slojevi istanje, i nakon toga zauzmu opet svoj početni

položaj, tada nastaje *pregib, prijevoj* ili *fleksura.* Napreduje li ovo rastezanje pregiba dalje, tada slojevi popucaju, bora se raskine i na tome mjestu nastane *pukotina,* uzduž koje se prekinuti slojevi mogu spuštati ili dizati, pa u tom slučaju govorimo o *razmaku* ili *rasjedu.* Ako je neki slojni niz razlomljen s nekoliko više manje usporednih pukotina, uzduž kojih su razlomljeni dijelovi postepeno usjeli, tada nastaje *stepeničasti lom;* ostane li srednji dio kod ovako razlomljenih slojeva stalan, a uz njega uzduž pukotina usjednu ostali dijelovi, tada nastaje *timor* ili *strš.* Takvi su timori naše alpinske gore između Save i Drave. Obratno od timora je *jamasti lom,* t. j. sredina usjedne uzduž dviju pukotina, a strane ostanu nepomične.

Poseban tektonski oblik jesu *pokrovne bore* ili *navlake,* koje postaju djelovanjem jakog bočnog pritiska, tako da se razviju izvrnute bore, čiji gornji krak prekrije donji, a sredina se istanji i posve nestane. Tim načinom dolaze stariji slojevi, slično kao kod premaka, preko mlađih, često na velike udaljenosti, pa su tako prevučene cijele starije formacije preko mlađih, kako je to ustanovljeno u Alpama. Ovi temeljni tektonski pojmovi važan su čimbenik za tumačenje postanka gora kao i za njihovu razdiobu. Gore s izgradnjom temeljnih tektonskih oblika označuju se kao *tektonske* ili *dislokacione gore.* One se dijele u *pločasto* i *borano gorje.* Prvo se raspada u *ravne ploče* i *temeljne ploče,* a drugo u *lančano, pokrovno borano* i *krnje gorje.*

I. POVIJESNA GEOLOGIJA PODRUČJA NEZAVISNE DRŽAVE HRVATSKE

Nema krajeva na Zemlji, gdje bi postojale taložine svih geologijskih formacija, naslagane jedne preko drugih u pravilnom nizu od najstarijih do najmlađih formacija. Razlozi tome leže u nutarnjim i vanjskim silama, koje su kroz geologijska razdoblja proizvodile spuštanje stanovitih dijelova kore zemaljske pod morsku površinu i obratno, a drugi puta su *denudacijom* (lat. denudare = otkriti, ogoliti) bili uništeni znatni dijelovi naslaga, od kojih su postale naslage mlađe formacije. Tim načinom dolazili su stanoviti dijelovi kontinenata kroz razne formacije ili njihove odjele pod morsku površinu, dok su drugi dijelovi stršili iz mora poput otoka, i obratno. Prvi proces označujemo kao *potapljanje* ili *transgresiju* (lat. transgredi = prehvatiti, potopiti), a drugi kao *povlačenje* ili *regresiju.* Izmjena procesa transgresije i regresije razlog je, da su naslage raznih formacija na raznim mjestima kore zemaljske nepotpuno ili djelomično razvijene.

I na području naše države ima dijelova, koji su bili za trajanja jedne formacije kopno, a za druge pod morem, i obratno, kao što

ima područja, koja su bila denudacijom uništena, a na njihovo mjesto taložene su druge mlađe naslage. Stoga nalazimo na cijelom području države vrlo šarenu sliku geologijskih formacija, koje nam jasno govore o vrlo burnim geologijskim vremenima, koja su prohujala preko područja naše države. U tima pojavama tražiti nam je razloge posvemašnjem pomanjkanju nekih formacija kao na pr. starijeg paleozojika u nekim dijelovima države, kao i djelomično nastupanje pojedinih formacija ili njihovih odjela. Vrlo se rijetko događa, da su razvijene sve taložine jedne formacije na nekom užem prostoru. Sve naslage naših područja od najstarijih do mladih sarmatskih taložina obično su morskog podrijetla, dok su sarmatske i pliocenske naslage taložine bočatih (brakičnih) i slatkih voda. Neznatan dio naslaga taložen je rijekama, potocima i jezerima, a još manje vjetrom.

1. PRADOBA ILI ARHAJIK

Arhajsko kamenje ili kamenje pradobe dolazi samo na sjeveru države, u alpinskom pojasu gora od Moslavačke do Fruške gore, uz prekid između područja Dilj-gore i đakovačko-vinkovačkog prapornog ravnjaka, zatim na području Motajice i Prosare planine, pa u škriljnim planinama od Jajca do Travnika i od Busovače do Gornjeg Vakufa s planinom Vranicom (2112 m).

Na tima područjima sastoji se pradobno kamenje od *granita* i *kristalinskih škriljavaca.* Ovi potonji sastoje se od *gnajsa* razne vrsti i zrna, i od *tinjčevih škriljavaca.* Granit sačinjava jezgru Moslavačke gore, gdje dolazi u obliku velikog lakolita, zatim dolazi u Motajici planini, u zapadnim dijelovima Psunja između Omanovca i Razbojničke Kose u obliku granitne gromade (masiva). U Krndiji proviruje granit u Kutjevačkoj rijeci ispod plašta brusilovaca, pa po svoj prilici izgrađuje i ovdje jezgru gore, ali je pokrit debelim plaštem brusilovaca i kristalinskih škriljavaca. U Prosari planini probija granit pokrov kristalinskih škriljavaca stvarajući manje granitne stijene mikrogranitporfira *(48).*

Preko granitnog pojasa dolazi pojas kristalinskih škriljavaca u svima spomenutim planinama u većem ili manjem prostoru, a zastupana su sva tri odjela: *gnajs, tinjčevi škriljavci* i *brusilovci* ili *filiti.* U srednjobosanskim planinama dolaze u tim naslagama razne rudače, a inače slove kao vodonosne naslage.

Gnajsi i tinjčevi škriljavci sačinjavaju uz granit temeljno gorje Moslavačke gore, Psunja, Papuka, Krndije, Motajice, a djelomično i Fruške gore, pa se na njih naslanja cjelokupna ostala mlađa stratigrafijska izgradnja tih gora. U Moslavačkoj gori okružuju ove naslage granitnu jezgru, a u istočnom dijelu prevlađuju u izgradnji *(37.).* Skupina kristalinskih škriljavaca Moslavačke gore sastoji

se od raznih gnajsa, biotitnih i amfibolnih škriljavaca uz olivinski gabro. Gnajs je pretežno *biotit gnajs* (s crnim tinjcem), koji je osobito dobro razvijen u Maloj i Velikoj Kamenici, iznad Popovače, u Mikleuškom i Steljevačkom jarku *(37)*. Sličan mu je strukturom i sastavom *muskovit gnajs* (s bijelim tinjcem) Mikleuškog jarka, pod Gajskom međom i u Steljevači. Gnajse stalno prati uži ili širi pojas *amfibolita*, koji su manje-više slični i pripadaju *salitnom amfibolitu*, uz izuzetak *aktinolitnog škriljavca* Vel. Kamenice ispod Kaluđerova Groba *(37.)*. Ovamo spada i *olivinski gabro* Velike Suhajice i doline Mikleuškog potoka.

Daleko veće prostore zapremaju gnajsi i kristalinski škriljavci u Psunju, Papuku i Krndiji gdje nastupaju u dva pojasa, sjevernom i južnom, pa na njima leže debeli slojevi brusilovastog kamenja. Južni se pojas širi od pravca Bijela-Šeovica i proteže se prema istoku sve do Našičkog Gradca s prekidom od mjesta Poljanske do sjeverno Kaptolu. Sjeverni pojas obuhvaća maleni dio Psunja, velik dio Papuka od Crnog vrha preko Ljuteča — Točka — Visokog vrha do Rušta, gdje se na pravcu Gornja Pištana — Krajna gubi ispod neogenskih naslaga. U Krndiji se ovaj pojas sastoji od malenih raširenja tinjčevih škriljavaca područja Planine. U glavnom pretežu gnajsi bijelog i crnog tinjca, a gdjekada dolaze i gnajsi izmiješani s oba tinjca. Strukture su krupno zrnate u najdonjim slojevima, s prijelazima do gotovo mikroskopski sitnog zrna najgornjih slojeva gnajsa. Oko Čačić-brda i istočno Točku dolaze u gnajsima jake žice pegmatita, a u dolini Kutjevačke rijeke našao je Kišpatić (*31*) disten-staurolit-silimanit gnajse. U Motajici planini dolaze gnajsi i kristalinski škriljavci u uskom pojasu oko granitnog masiva, dok u Prosari ne dolaze izraziti gnajsi nego kristalinski škriljavci, koji su na dodirnom pojasu s granitom vrlo slični gnajsima *(48.)*. Svuda, gdje nastupaju gnajsi, prate ih stalno širi ili uži pojasi amfibolita i amfibolitnih škriljavaca, koji su osobito dobro razvijeni uz južni rub Psunja i Krndije. U Papuku se javlja manje raširenje amfibolita odlike *tremolit*, pa između njega i debelih naslaga gnajsa leži *serpentin*, koji dolazi i u filitima Motajice i dolini Osovice u obliku lakolita *(48.)*. U amfibolitnom pojasu Krndije našao je *Kišpatić (30.)* iznad Vetova u potoku Križevcu *brucit amfibolit*. U Fruškoj gori pribraja *A. Koch (36.)* arhajiku filite, vapnene tinjčeve škriljavce i kristalinske vapnence, koje naslage sudjeluju u izgradnji srednjeg dijela gore, pa *glaukofanit* oko Crvenoga Čota i Orlovca, i *diorite* okolice petrovaradinske tvrđave. U bosanskom srednjem gorju obuhvaćaju gnajsi i tinjčevi škriljavci manja raširenja daljnje okolice Busovače i Fojnice, a prate ih otrelitski škriljavci i kristalinski filiti, koji dolaze i po ostalim dijelovima bosanskoga srednjega gorja u društvu s naslagama mlađeg paleozojika.

2. STARO DOBA ILI PALEOZOJIK

Naslage paleozojika zapremaju u našoj državi znatne prostore, iako nisu razvijeni svi odjeli paleozojika. Manja raširenja tih naslaga pripadaju starijem, a veća mlađem paleozojiku. Od prvih poznat je dosele samo razvoj *silurske*, a od drugih *karbonske* i *permske* formacije.

Stariji paleozojik ustanovljen je do sada u Papuku, Psunju i Krndiji u obliku naslaga gornjega silura. Uz desnu stranu potoka Radlovca, sjeverozapadno od Orahovice nastupa slijed kremenih filita iznad dijabazno-dioritne gromade. U njima su nađena dva otiska graptolita roda Clymacograpthus, koji je rod značajan za naslage gornjeg silura stepenice *Gotlandien-a*. Isti rod nađen je u filitima ispod Staroga grada, južno od Ružice-grada, kraj Orahovice. Ovi nalazi graptolita omogućili su ispravno svrstavanje ovih naslaga, kao i njima sličnih Papuka, Ravne gore i Psunja u formaciju silura, što je već i *Gorjanović* (*14.*) naslućivao, ali nije imao pravih dokaza. Kako su Motajica i Prosara u uskoj genetskoj vezi sa spomenutim slavonskim gorjem, postoji mogućnost, da je znatan dio filitnih naslaga tih područja silurske starosti.

Silurske se naslage u tima područjima sastoje od raznih kremenih filita, sericitnih, grafitnih, kloritnih, kloritoidnih, glinenih i kremenih škriljavaca, koji uvijek leže izravno na granitima i kristalinskim škriljavcima. U Medvednici pribraja *Gorjanović (18.)* starijem paleozojiku pojas zelenih škriljavaca, olivinski gabro, amfibolitne škriljavce, koje naslage dolaze sporadički na raznim gorskim dijelovima. Ovamo pribraja Gorjanović i serpentin Gornjeg Orešja, pa tinjčeve škriljavce Sv. Jakoba i Brestovca, kao i filite Adolfovca i Puntijarke.

Naslage devona i kambrija ne dolaze na području naših planina, što znači, da su te planine u tom geologijskom razdoblju bile kopno.

Mlađi paleozojik. Izuzev područja, gdje nastupa stariji paleozojik, gotovo u svima ostalim planinama dolaze naslage mlađeg paleozojika, s formacijama perma i karbona. Uz kamenje pradoba i ono starijeg paleozojika sačinjava kamenje ovih formacija osnovno gorje, a samo u zapadnim dijelovima države u Bosni, Velebitu, Gorskom Kotaru, Lici i Dalmaciji, stvaraju one zasebnu cjelinu kao jezgru tih područja *(43., 61.)*. Naslage karbona i perma pokazuju na cijelom području njihova raširenja veliku međusobnu sličnost, koja se najjače očituje u petrografijskom značaju kamenja, od kojeg su sastavljene te dvije formacije. U sastavu prevlađuju filiti, glineni škriljavci, pješčenjaci, konglomerati, vapnenci i dolomiti. Daljnja im je značajna zajednička oznaka, što su sve te naslage siromašne okaminama, izuzevši Velebit i Liku, gdje je u tim naslagama nađena bogata fauna i nešto flore, pa oko Prače

i Hodžina Gaja *(48.)*, te oko Metkovića i Sutomora *(61.)*. Sve naslage karbonske formacije pripadaju t. zv. neproduktivnom karbonu, jer u njima nije dosele nađeno rudnih ležišta većega opsega. Samo u bosanskim naslagama tih formacija pojavljuju se veća nalazišta ruda, kao na pr. u permskim vapnencima područja rijeke Sane, gdje su preobrazbom vapnenaca postale debele naslage željezne rudače oko Ljubije i Starog Majdana. U Lici oko Srba, Neteke, Osredka i Kaldrme javljaju se u permskim naslagama jači slojevi gipsa ili sadre. Obje formacije nastupaju vazda zajedno, često bez jasnijih međusobnih prijelaza, pa ih u tom slučaju označuju zajedničkim imenom permokarbonskih naslaga.

U zagorskim gorama javljaju se karbonske naslage samo u dubljim urezima dolina, uz južni rub Desiničke gore, a najviše uz pojas pršinaca i andezita oko Huma, pa uz sjeverne i južne doline Ivančice, uz lomnu crtu Brdo-niza i malenog raširenja Marija-goričkih brda i Hrastine. U Medvednici zapremaju južne dijelove gore, dok na sjevernoj strani dolaze u potoku Drenovcu pred selom Novaki permske naslage u obliku tamnih i smeđih pješčenjaka, ispod kojih leže deblje naslage sadre ili gipsa. U Samoborskoj gori zapremaju karbonske naslage veće prostore oko Ruda, Črnca, u Rudarskoj i Lipovačkoj dolini, u dolini Ludvić-potoka, odakle prelaze prema Lavim Dragama, gdje se prema sjeveru gube pod mlađim naslagama. U karbonskim naslagama područja Ruda dolazi šarena bakrena pakovina, olovni sjajnik i željezna rudača, dok u Ludvić-potoku dolazi zlatonosni pijesak, kojemu zlato potječe iz kremenih žica susjednih karbonskih pješčenjaka. U Kalničkoj, Moslavačkoj i slavonskim gorama formacija karbona i perma nije razvijena, jer su u to doba te gore bile kopno.

Južno od Karlovca, preko Vojnića, proteže se isprekidani niz tih naslaga prema Petrovoj i Trgovskoj gori, sve do u Zrinsko-dvorsku kotlinu, odakle prelaze u Bosnu. U dolini Majdan-potoka, kraj Gvozdanskoga, našao je *Stur* biljnih preostataka u karbonskim naslagama i to rodove: *Calamites*, *Sphenopteris*, *Neuropteris*, *Alethopteris* i *Stigmaria*. U karbonu Trgovske i Petrove gore nalazi se željeza (Bešlinac, Slavsko Polje), pa nešto bakrene pakovine, ociljevca, sinjavca, olovnog sjajnika, tutijina blistavca i sumporne pakovine *(9.)*. Od Zrinsko-dvorske kotline pravcem SZ—JI prelaze u Bosnu, pa se tim pravcem produžuju sve do granice Srbije, i dalje. Izgrađuju srednje bosansko gorje, planine jugoistočne i istočne Bosne. Osim toga dolaze u zasebnim skupinama oko jezera Sinjaka, oko Ključa, u području rijeke Sane i Une kod Bosanskog Novoga, pa u sjeverozapadnoj Bosni kod Ljubije. Karbon i perm bosanskog područja u petrografijskom se sastavu nešto razlikuju od prije spomenutih karbonskih naslaga. Prema *Katzeru (24.)* počinju slijedom brusilovaca s ulošcima glinenih škriljavaca, pa te naslage pribraja Katzer *donjem karbonu* kao na pr. naslage područja jugoistočne Bosne oko Prače, gdje je nađena kulmska flora

Preko brusilovaca leži niz kamenja raznog petrografijskog sastava: razni kvarciti, kremeni pješčenjaci, pješčenjaci, kršnici, gromače, vapneni škriljavci, vapnenci i dolomiti, a završuje se ovaj niz belerofonskim vapnencima i crvenim gromačama (verukano). Uz ovo različno kamenje taloženog podrijetla dolazi u tom području i razno vulkansko kamenje, kao diorit, gabro, kremeni porfir i dijabaz. Iz brusilovastih škriljavaca i krinoidnih vapnenaca Prače poznata je fauna glavonožaca, puževa, školjkaša, ramenonožaca, ježeva, trilobita i raka (Ostracoda) *(48.)*. S ostalih područja karbonskih naslaga Bosne nađeno je malo okamina, dok je u tim naslagama jugoistočne Bosne nađena fauna u belerofonskim vapnencima oko Han-Orahovice, Česme i Boljoradine *(48.)*. Biljnih preostataka iz permokarbonskih naslaga Bosne nađeno je dosad u istočnoj Bosni oko Vlasenice (Hodžin Gaj), gdje su u pješčenjacima nađeni rodovi: *Cardiocarpus*, *Rhabdocarpus*, *Samaropsis*, *Calamites*, *Odontopteris*, *Sphenopteris* i drugi biljni rodovi. U pogledu rudonosnih naslaga bosanskog paleozojika ističu se naslage paleozojika bosanskog škriljnog gorja. Uz zlatonosne pijeske i naplavine dolaze i razne druge rudače, od kojih su mnoge vađene. No pojave tih rudača nisu dale one istražne uspjehe, koji bi osigurali veći rudarsko-gospodarski zamah, izuzev željezne rudače na području Ljubije.

Usporedno s bosansko-hrvatskim mlađim paleozojskim pojasom povlači se iz Alpa preko Gorskoga Kotara, Velebita, Like i Dalmacije drugi pojas mlađeg paleozojika, koji sačinjava jezgru alpinsko-dinarskog niza, preko koje je prevučen pokrov mezozojskih naslaga. U Gorskom Kotaru dolaze u manjem razvoju u dolini Kupe oko Kuželja i Broda na Kupi, jačeg su razvoja oko Skrada, Ravne Gore, Delnica, Fužina, Mrzle Vodice i Crnog Luga. Južno od Fužina prekrite su mezozojskim naslagama sve tamo do visine Gospića, gdje se ponovno pojavljuju u oštarijsko-brušanskom karbonskom prodoru, odakle se povlače uz sjeveroistočno podnožje Velebita preko Divosela, Raduča, Pilara do Drezgić-sela, sjeverozapadno od Gračaca. Na istok od ovog pojasa, oko Srba, Tiškovca, pa u dolini Zrmanje, javljaju se u posve malim raširenjima. Od Zrmanje prelaze na jug te nastupaju s prekidima oko Velike Paklenice, Plavna, Golubića i Knina.

Mlađi paleozojik Gorskoga Kotara pribrajaju većinom gornjem karbonu, a manji dio permu. Osnovu tih naslaga ovdje sačinjavaju tamni brusilovci gornjeg karbona, preko kojih leže redom mrki pješčenjaci s ulošcima laporasto-pješčenjačkih škriljavaca (44.). Oko Mrzle Vodice dolaze još i tanki ulošci crnih vapnenaca s okaminama *Neuropteris flexuesa*, *Fusulina alpina i Fusulina pusilla*. *(44.)*. Konkordantno preko ovih naslaga dolazi debeo pokrov pješčenjačkih škriljavaca, pješčenjaka i konglomerata, od kojih donji slojevi pripadaju gornjem karbonu, a gornji permu. Oko Mrzle Vodice nađeno je u tim naslagama okamina od ramenonožaca i

glavonožaca. Paleozojske naslage Gorskoga Kotara siromašne su rudama, uz nešto pirita u pješčenjacima Suhe Rječine i oko Mrzle Vodice dolazi nešto limonita i hematita, pa barita na Opalencu i Homeru kod Mrzle Vodice. U Sljemenskom jarku dolaze u pješčenjacima vrlo tanki ulošci kamenog ugljena, no sva su ta nalazišta bez ikakve veće gospodarsko-rudarske važnosti.

Naslage mlađeg paleozojika Velebita i Like prema novijim istraživanjima pripadaju u glavnom gornjem karbonu, pa su sastavljene od kremenih tinjčastih pješčenjaka, sitnozrnatih glinenih škriljavaca, vapnenaca, pješčenjaka i konglomerata. Sve je to kamenje smeđe do tamno smeđe boje, i razmjerno siromašno okaminama. U okolici Raduča nađeni su u kremenim pješčenjacima razni ramenonošci, nešto školjkaša, praživa (foraminifera) i krinoida *(58. i 59.)*. Nešto je bogatija vrstama fauna sa sjeveroistočnih obronaka brda Pilara, okolice Crnog Vrela i Krča, gdje su osobito dobro zastupani ramenonošci, slabije školjkaši, trilobiti, krinoidi, ježevi i foraminifera *(58.* i *59.)*. Preko naslaga gornjeg karbona leže na tom području izravno razni pješčenjaci i konglomerati bez okamina, koji prema gore prelaze u tamne vapnence i dolomite, a sve skupa pripada formaciji perma. Vapnenci i dolomiti obiluju faunom bogatom vrstama ramenonožaca, od kojih se ističe za perm značajna skupina *Lyttonidae* (*58.*). Uz nju dolaze još puževi, glavonošci, koralji, briozoji, foraminiferi i vapnenačke alge *(58.)*. U mlađim paleozojskim naslagama Velebita i Like javljaju se uz ugljen i razne rude, ali sve bez veće rudarske vrijednosti, izuzevši sadru ili gips oko Srba, Neteke i Kaldrme, koja dolazi u većim naslagama u permskoj formaciji *(40.)*.

Uz permske naslage prodora Velike Paklenice, javljaju se karbonske naslage oko Plavna, Golubića i Knina u obliku crnih vapnenaca. Ovamo spadaju i neki dolomiti, vapnenci i opučnjaci Kosova i Sinjskog polja, Muća, kao i sadre okolice Knina i Sinja *(61.)*.

3. SREDNJE DOBA ILI MEZOZOJIK

Naslage mezozojika ili srednjeg doba u razvoju kore zemaljske na području naše države vrlo dobro su zastupane, tako da se može reći, da zapremaju pretežni dio cjelokupnog područja države. Ima doduše i krajeva, gdje su slabo zastupane ili uopće ne dolaze, kao u Moslavačkoj i Fruškoj gori, no na ostalom području dolaze one zastupane sa svoja tri odjela, *trijasom, jurom i kredom.* Trijas i kreda javljaju se gotovo u svim planinama, dok jurska formacija ne dolazi u gorama međuriječja Save i Drave i u sjevernobosanskim planinama. Nasuprot, u području Dinarskih planina jurska je formacija vrlo važan i vrlo raširen stratigrafijski čimbenik, a napose na sjeverozapadu. Veliki dio naslaga jurske formacije bio je u starijoj literaturi označen kao trijaske naslage.

TRIJAS. Ime ove formacije potječe od grčke riječi trias = trostruk, jer se sveukupne naslage ove formacije raspadaju u tri odjela, u *donji, srednji i gornji trijas.* Ovi se odjeli pojavljuju u svima našim planinama osim Moslavačke gore, a nastupaju ili sva tri, ili jedan do dva odjela zajedno. Razvoj trijaskih naslaga na području naše države pripada oceanskom facijesu alpinskoga trijasa, koji razvoj nije samo značajan za Alpe, nego za sva područja Tetisa (geosinklinale), t. j. za *alpinski orogen,* kojemu pripadaju i naši krajevi.

1. *Donji trijas.* Naslage donjeg trijasa, iako se dosta često pojavljuju na području naših planina, nisu ipak jako raširene. Dolaze obično kao veći ili manji prodori u dolinama i na rubovima gora, a samo u rijetkim slučajevima, kao oko Jablanice u Hercegovini, Dabašnice i Čemernice u Lici i Takalice na Velebitu, sudjeluju one u izgradnji brda i gorskih kosa. Poznate su obično pod imenom *verfenskih naslaga,* koje se dijele u *donje* ili *seizer* i *gornje* ili *kampilske naslage,* a zajedno sačinjavaju *skitijsku stepenicu* donjeg trijasa alpinskog razvoja.

Donje verfenske naslage zastupane su manje-više istim tvorevinama na svima područjima, t. j. crvenim, zelenkastim, sivim i žutim tinjčastim pješčenjacima i škriljavcima, iznad kojih dolaze na nekim mjestima tamnosivi vapnenci sa sitnom faunom, kao na pr. u Ludvić-potoku kraj Samobora. Ove su taložine razmjerno siromašne okaminama, a ono što dolazi u njima siromašno je na broju i vrstama. Najznačajniji su fosili ovih naslaga *Anodontophora fassaensis, Gervillia socialis* i *Naticella costata.* Jednoličnost faune kao i pomanjkanje vapnenih taložina jasno pokazuju, da su verfenske naslage postale u plitkim morima, odijeljenim od oceana.

Verfenske naslage seizer-odjela nalazimo u manjim raširenjima u zagorskim gorama kod Pregrade, Medgore blizu nekadanje pile, i na nekim mjestima sjevernih obronaka Ivančice. U Medvednici dolaze na sjevernom obronku oko Gornjeg Ivanca u Ivanšćak i Izber-jarku, pa istočno u Bistrici, Zdenčini i Kladišćici potoku. Nalazimo ih nadalje oko Huma uz sjeverne obronke, a nešto izmijenjena lica javljaju se kod Zeline-grada u jarku Hrastovcu i Mačku, pa u Velikoj i Maloj Rijeci uz istočne obronke brda Drenovci. U Samoborskoj gori dolaze škriljavci i tamni vapnenci tih naslaga u Ludvić-potoku, ispod Palačnika u Pozorin-potoku, oko Grdanjaca, Prekrižja, i u području oko Mokrica. U manjem razvoju dolaze u Trgovskoj gori oko Dvora, i u Petrovoj gori jugozapadno Vrtline. U ostalim gorama Savsko-dravskog međuriječja nema verfenskih naslaga, a naslage koje su neki pisci pribrajali verfenskima, ne pripadaju uopće trijasu, nego su to raznobojni škriljavci i pješčenjaci mlađeg paleozojika (Krndija oko Kapovačkog sklopa).

Prodore mlađeg paleozojika prati redovno u dinarskom pojasu niz donjo- i gornjo-verfenskih naslaga, razvijenih u obliku razno-

bojnih pješčenjaka, glinenih škriljavaca i laporastih vapnenaca, koji dolaze obično u manjim razvojima u dolinama, a rjeđe sudjeluju u izgradnji bregova i gorskih kosa, kao oko Čemernice i Dabašnice u Lici, oko izvora Zrmanje i sjeverno Kninu. U Gorskom Kotaru ima ih nešto oko Fužina u Lepenici potoku, gdje prate prodor karbonskog kamenja i dijabaznog porfirita, pa su u dodiru s ovim promijenile svoje vanjsko lice. U Velebitu dolaze diskordantno preko mlađeg paleozojika oko Brušana i Trnovca, odakle se protežu preko gornjeg toka Suvaje potoka do na vrh Takalice, gdje su strmo uzdignute i zaokružuju čelo antiklinale mlađeg paleozojika pravcem prema sjeveroistoku do Ljubičkog vrha *(43.)*. Manje prostora zapremaju sjeverozapadno od Takalice oko Rakele, kod Dukina vrela iznad Trnovca i kod Gušte.

Od Brušana prema sjeveroistoku vezane su na prodor mlađeg paleozojika dužinom velebitskog podnožja uz prekid između Čitluka i Počitelja do sjevernog podnožja Kuka jugozapadno od Sv. Roka. Uz primorsku stranu Velebita nalazimo ih u Velikoj Paklenici uz karbonsko-permski prodor od podnožja Velikog Rujna do sjevernog podnožja Vlaškoga Grada. Svuda su istog petrografijskog sustava u obliku raznobojnih tinjčastih škriljavaca i pješčenjaka s jezgrama Anodontophora. Sjeverozapadni dio Velebita od Trnovca do Senja nema verfenskih naslaga, a sve one naslage, što su ih *Cvijić, Terzaghy* i mnogi drugi pisci označili kao verfenske (Senjska draga, Štirovača, Jadovno, Pazarište), zapravo su naslage gornjeg trijasa rabeljske stepenice.

Osobito jak razvoj donjo-verfenskih naslaga nalazimo u Lici i sjevernoj Dalmaciji gdje sudjeluju u izgradnji znatnih gorskih dijelova. Tako dolaze u suvislom širokom pojasu oko Pustopolja, Čemernice, Dabašnice, Orlove Grede, Stražbenice, pa u značajnom verfenskom prodoru Zrmanje, i oko Strumice sjeverno od Knina. U manjem razvoju dolaze na brojnim mjestima Like kao kod Mazina, Glogova, uz istočni obronak Kremena, oko Doljana, Martinbroda, Suvaje, Vakufa, Zaklopca, Neteke, Srba, Kupirova, Kaldrme, Dugopolja, Osredka, Korenice, Udbine i Bilopolja. Ima ih oko Muća, Sinja i Vrlike.

U sličnom razvoju pojavljuju se oko Sarajeva, između Bos. Novog i Prijedora, pa uz sjeverni rub Vranice planine. Gdje dolaze uz lomne crte i prodore, uzdignute su s vapnenačkim kamenjem u više položaje, a gdje dolaze u zajednici s paleozojskim naslagama, tamo su zajedno s njima borane i uzdignute kao u Bitovnji planini, u okolici Čajniča, Prozora, donjeg toka Rame, i u području Jablanice uz Neretvu *(21.)*. Od osobite su važnosti za hidrografiju pojedinih krajeva, jer gdje god nastupaju, nalazimo u njima brojna vrela dobre i obilne vode.

Prema gore prelaze u naprijed spomenutim krajevima u modro sive debele pločaste vapnence s okaminama zvjezdaša uz neke školjkaše *(35.)*, preko kojih leži debeo sloj sivih žućkastih pločastih



1. Dobro sačuvana okamina ljušture školjkaša Lyropecten molii Ugol, iz litavskih vapnenaca okolice Ivanca u Hrvatskom Zagorju.



2. Dobro sačuvana okamina kućice Pereiraea gerwaisii Vez. iz litavskih naslaga Zaprešić-brega u Samoborskoj gori.



3. Okamina kućice ježa Clypeaster airaghi Lamb. iz litavskih naslaga Kaznice potoka u Krndiji.

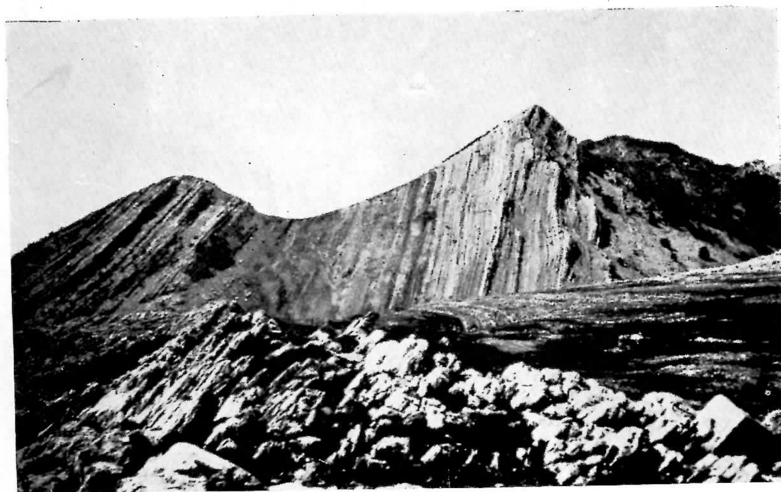


4. Okamina grančice hrasta Quercus torbariana Pilar, u mekanom sarmatskom laporu iz Dolja kraj Podsuseda.



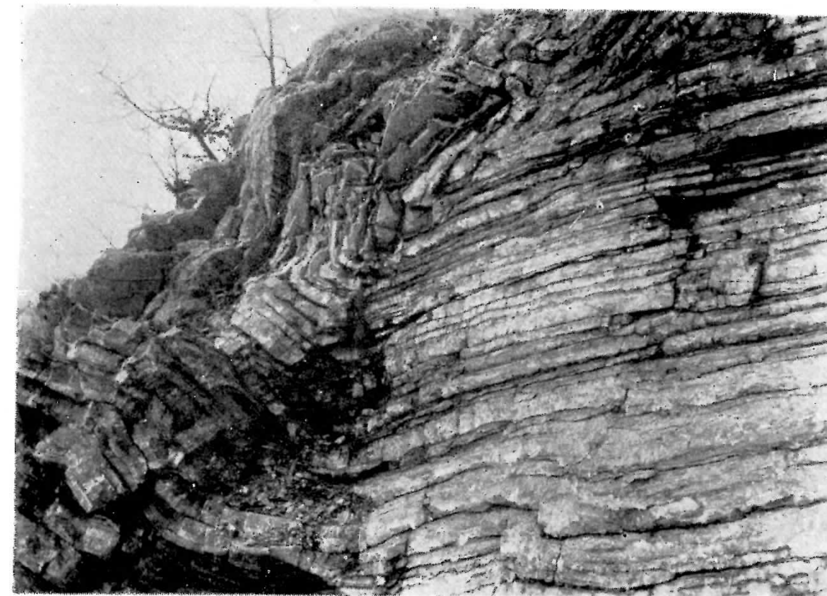
Snimio J. Poljak

1. *Vodoravni položaj slojeva gornjokrednih vapnenaca na Nevesinjskom polju.*



Snimio J. Poljak

2. *Uzdignuti ili kosi položaj slojeva vapnenca srednjeg lijasa u južnom Velebitu.*



Snimio J. Poljak

1. *Borani slojevi pločastog karbonskog vapnenca uz put na Kraljičin Zdenac iznad Šestina kraj Zagreba.*



Snimio J. Poljak

2. *Borani srednjotrijaski pločasti vapnenac u dolini Lipovačke Gradne, Samoborska gora.*



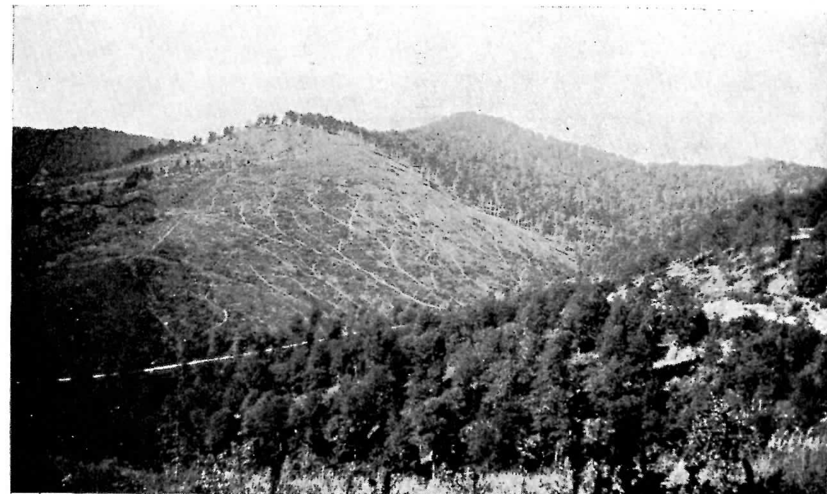
Snimio J. Poljak

1. *Stijene gnajsa u dolini Pištanca potoka na istočnim dijelovima Papuka.*



Snimio I. Horvat

2. *Vranica planina iznad Prokoškog jezera s glavnim vrhom Ločika (2107 m). Desno permski vapnenci i dolomiti; lijevo i sprijeda brusilovasti škriljavci i pješčenjaci.*



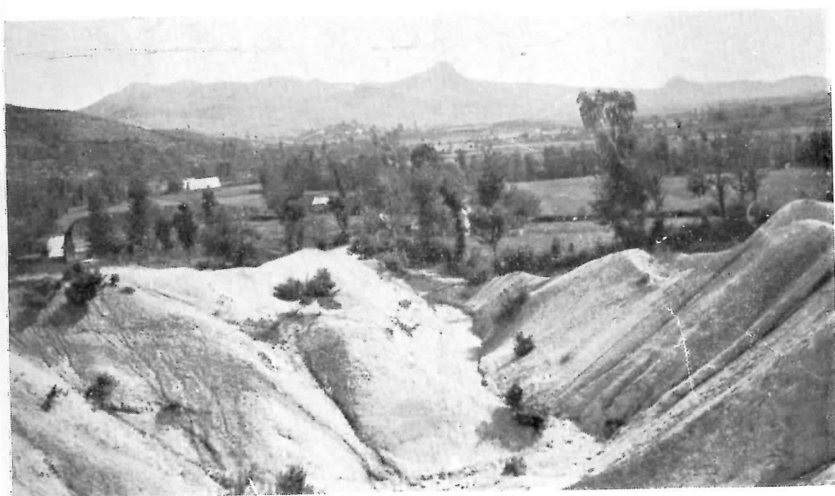
Snimio J. Poljak

1. *Paleozojski kraj Krndije oko vrha Kapovca (792 m) izgrađen od raznih silurskih škriljavaca i kvarcita.*



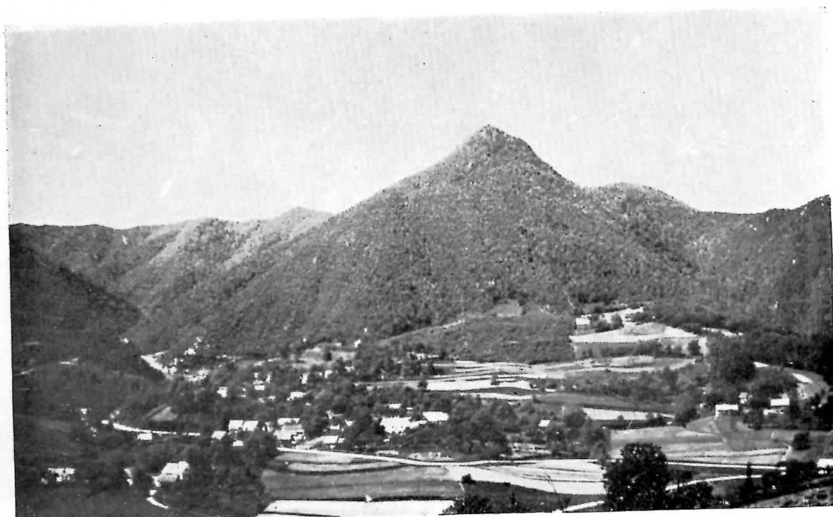
Snimio Z. Rosandić

2. *Trijadički prodor Zrmanje u Lici. Obronci sprijeda uz lijevu i desnu stranu rijeke Zrmanje izgrađeni su od verfenskih naslaga, dok je pozadina izgrađena od glavnog dolomita, lijasa i jure, lagano izdignuti slojevi s padom prema sjeveroistoku.*



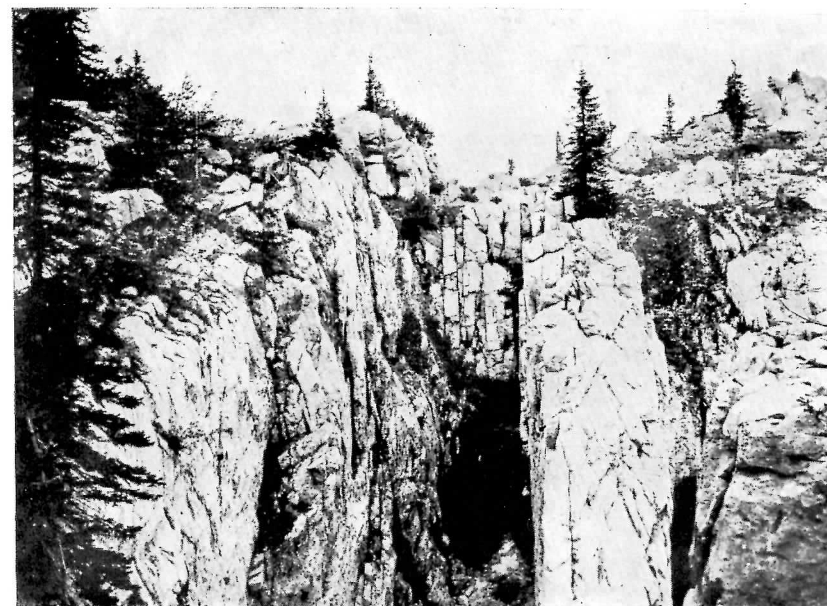
Snimio J. Poljak

1. Pogled na zapadni dio Ličkog polja oko Donjeg Pazarišta. Sprijeda denudirane naslage rabeljskih škriljavaca brda Šuntinovice. Lijevo izdanci brijega Kita (815 m) izgrađeni od tamnih litiotis vapnenaca lijasa; iza toga su jurske naslage Markove glavice (719 m) i piramida Ostrovice (846 m), koja je izgrađena od donjokrednih naslaga.



Snimio J. Poljak

2. Istočna strana Oštrca (753 m) u Samoborskoj gori. Gorski greben sastoji se od glavnog dolomita gornjeg trijasa, a podnožje na kojem je selo Braslovje od gornjokrednih naslaga gosavskog razvoja.



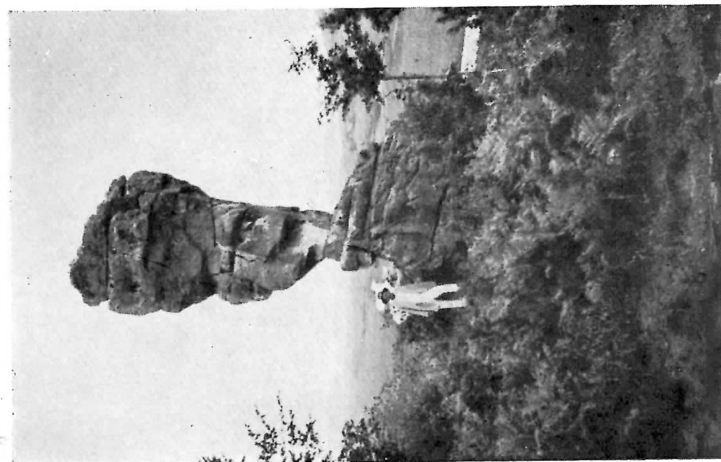
Snimio J. Poljak

1. Južna strana vrha Malog Rajinca (1699 m) u sjevernom dijelu Velebita. Pukotinama razlomljeni tamni vapnenci srednjeg lijasa.



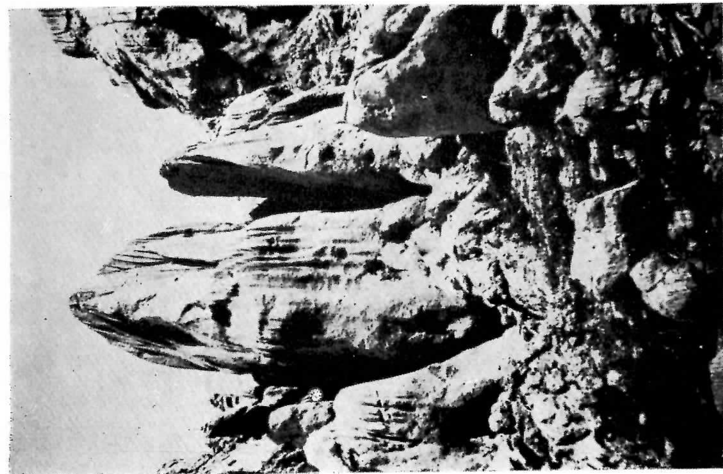
Snimio J. Poljak

2. Pogled na srednji dio Velebita oko Dabara. Sprijeda kukovi gornjolijaskih kršnika, od kojih se ističe svojim osobitim oblikom Rujičin kuk iznad Ravnog Dabra (u sredini slike); pozadina s najvišim vrhom Žuljev vrh (1126 m) izgrađena je od tamnih vapnenaca donjeg lijasa.



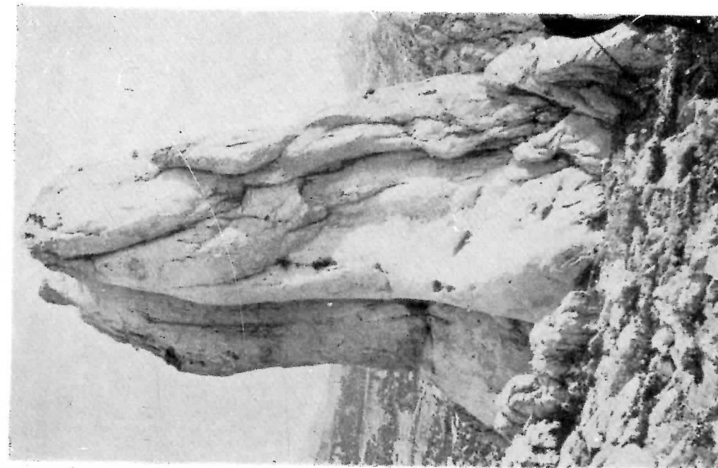
Snimio J. Poljak

1. *Denudacioni oblik u dogerskom dolomitu kod Dešmerice u Modruškom Zagorju južno Ogulina.*



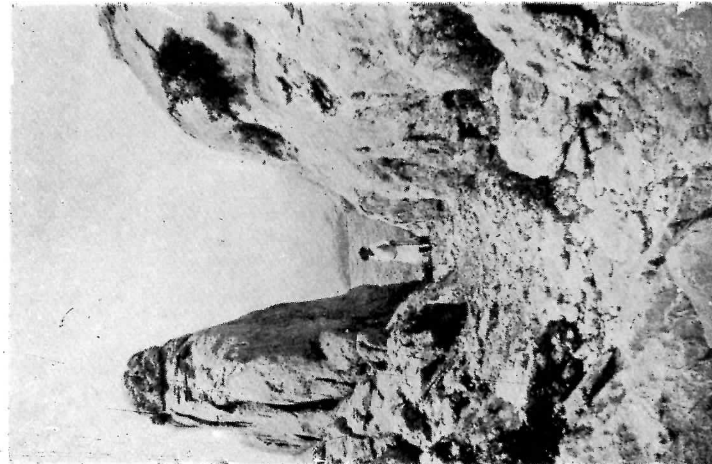
Snimio J. Poljak

2. *Oštri denudacioni oblici gornjojurskih kršnika sjeverno od Tulovih Greda u južnom Velebitu.*



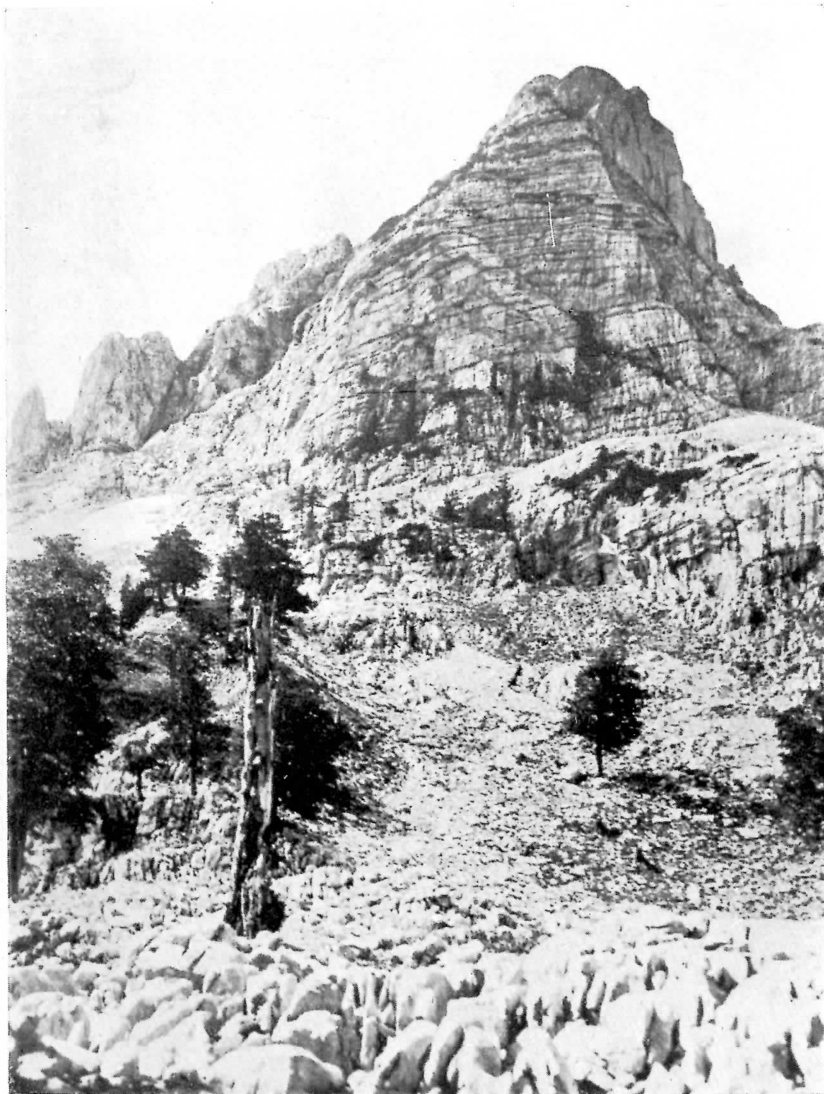
Snimio J. Poljak

1. *Denudacioni oblik u kršnicima donje krede, Strogir u srednjem Velebitu iznad Jablanca.*

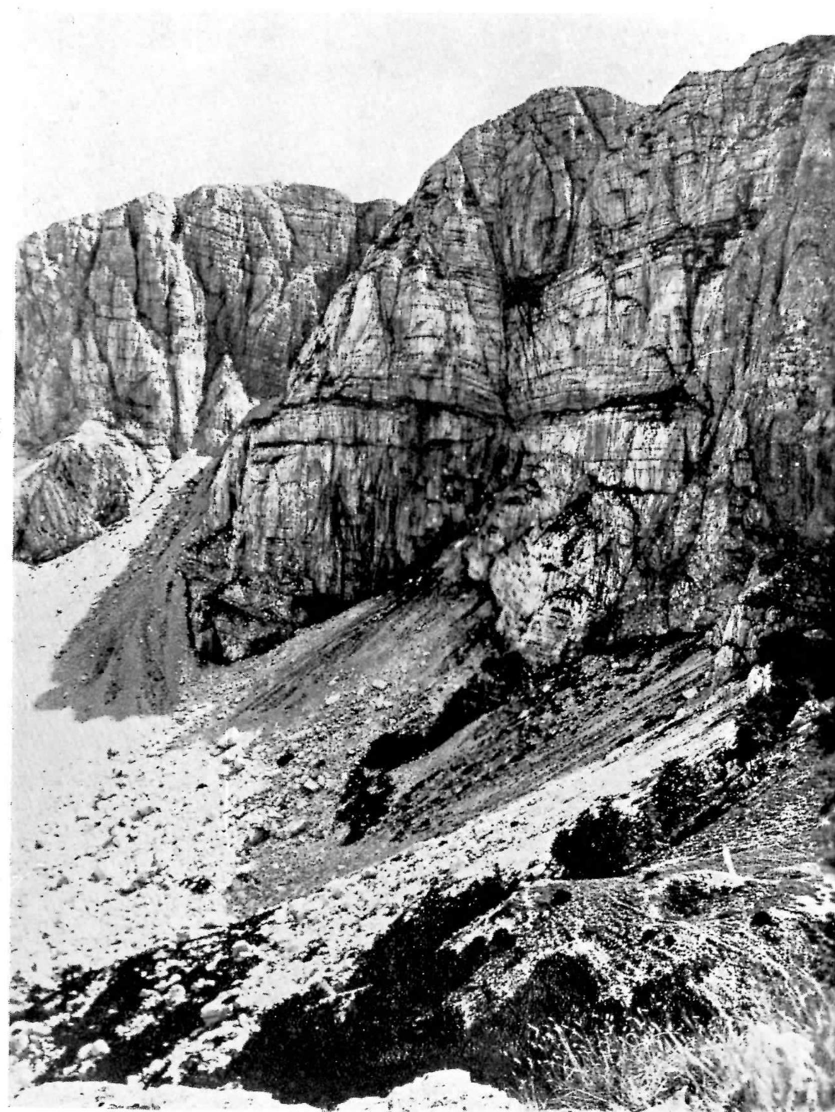


Snimio J. Poljak

2. *Denudacioni oblik u kršnicima donje krede, Turska Vrata u srednjem Velebitu iznad Jablanca.*

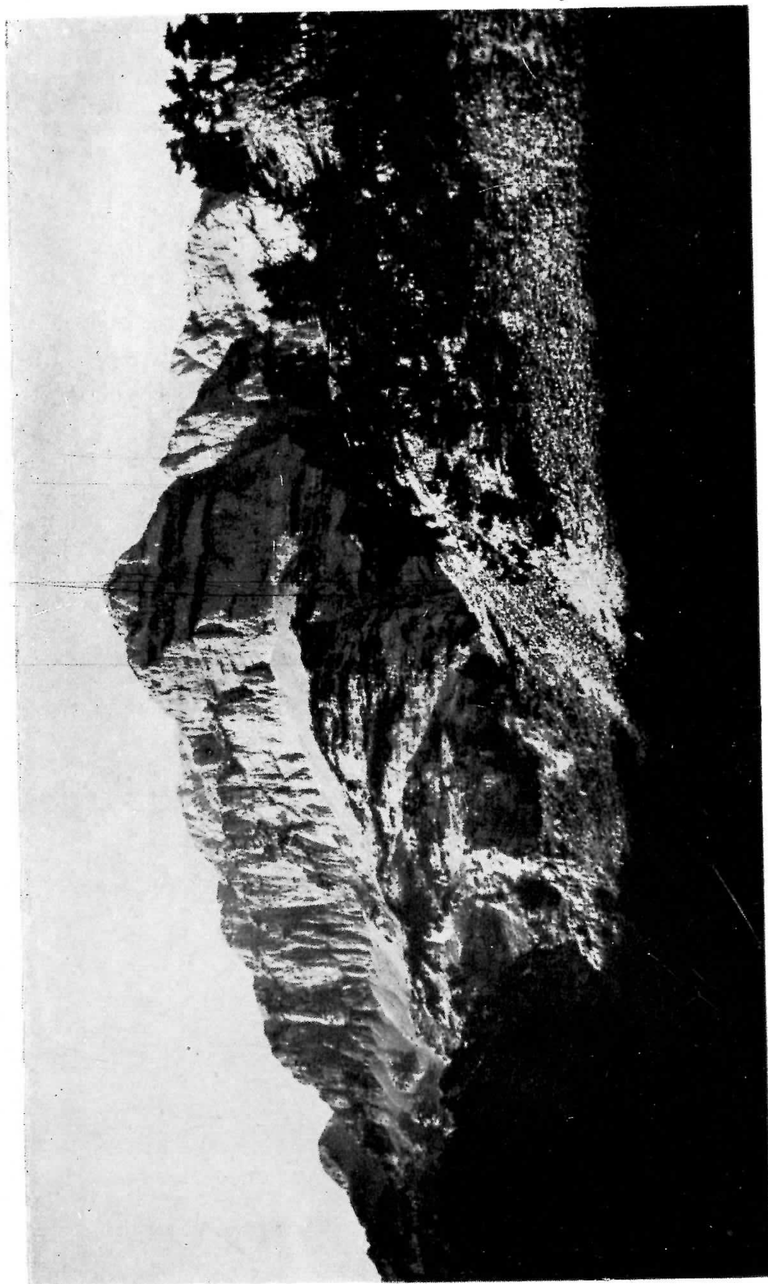


Skupina Velikog Vilinca (2116 m) na Čvrsnici planini. Gornjojurski vapnenci oštrih oblika i s razvojem jakoga krša.



Snimio I. Horvat

Troglav povrh Livna; sjeveroistočna strmo odlomljena strana od gornjokrednih vapnenaca i dolomita s brojnim i silnim točilima na podnožju stijena.



Snimio J. Poljak

Kamenita gromada Galića (2059 m) na Prenj-planini. Sprijeda dio doline Lučine u tamnim lijaskim vapnencima, a u pozadini veličanstvena piramida gornjokrednih naslaga.



Snimio J. Poljak

1. Ljuti krš na prvoj velebitskoj ravni iznad Jablanca u razlomljenim gornjokrednim kršnicima, čija je površina prepuna žljebova i žljebića izjedenih od oborinskih voda.



Snimio I. Horvat

2. Biokovo iznad Basta. Dio glavnog grebena izgrađenog od gornjokrednih vapnenaca.



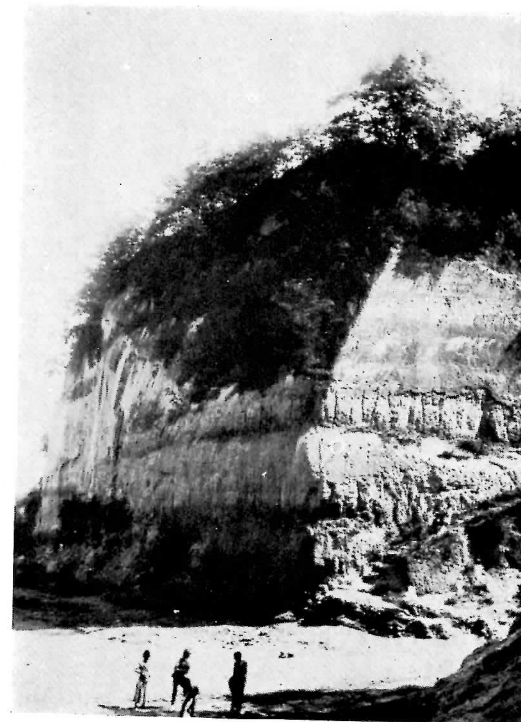
Snimio J. Poljak

1. Pogled na drnišku ravan i Prominu planinu. Sprijeda dolina Čikole u oligocenskom konglomeratu, straga Promina vrh (1148 m) s ugljonosnim oligocenskim naslagama.



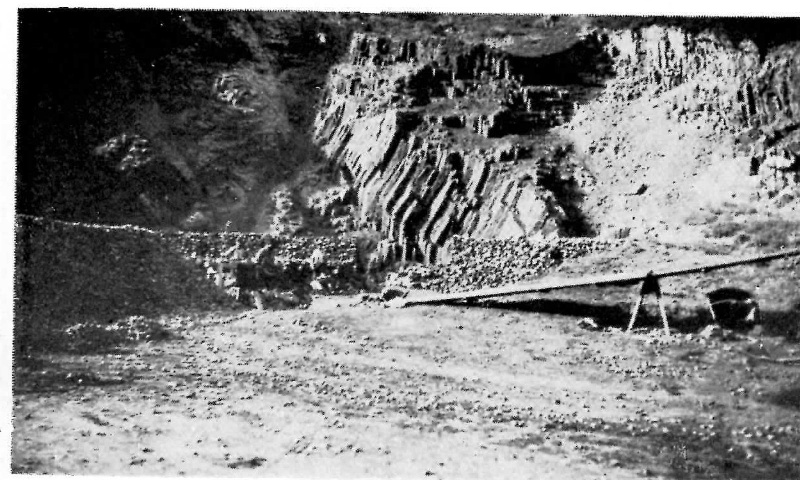
Snimio J. Poljak

2. Pogled na jugozapadni dio glavnog grebena Kalnika od prijevoja iznad Obreža prema Malom Kalniku. Transgresija miocenskih naslaga preko grebena gornjokrednih vapnenaca i kršnika, od kojih je izgrađen vrh Malog Kalnika.



Snimio ing. Sens

1. Praporna stijena u Vukovaru na Dunavu.

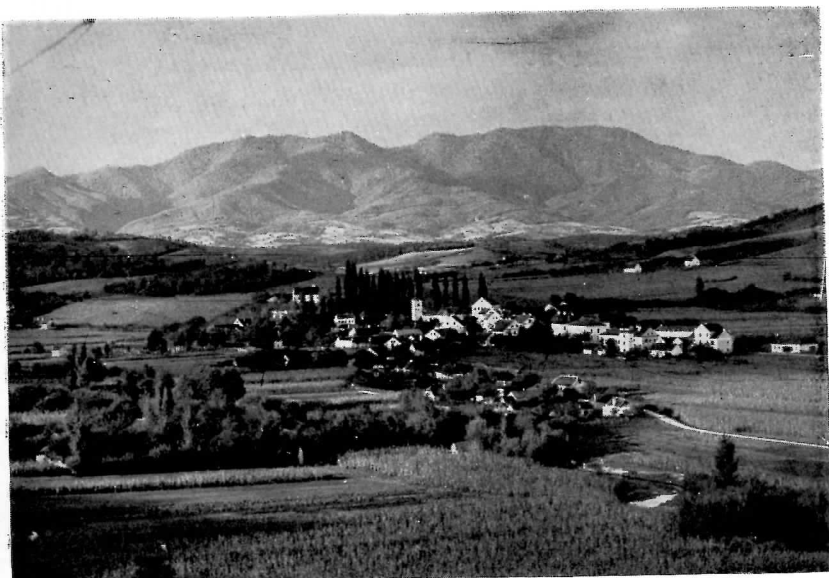


2. Poligonalno odlučivanje augit-andezitne lave u Rupnici potoku, južno od Voćina u Papuku.



Snimio M. Crkvenac

1. Morem potopljena prodorna dolina Zavratnice južno od Jablanca.



Snimio Ritzoffy

2. Pogled na dolinu Rijeke potoka kod Zlatara i na Ivančicu. Sprijeda uz desnu i lijevu stranu doline kao i sjeverno od Zlatara izgrađeno je humlje od kongerijskih i pontijskih naslaga; uz podnožje Ivančice proteže se pojas oligocenskih i miocenskih naslaga, dok je trupina Ivančice izgrađena od gornjotrijaskog dolomita i vapnenca; u dolinskim usjecima dolaze naslage karbonske formacije.

vapnenaca s množinom slabo sačuvanih okamina glavonožaca rodova *Dinarites* i *Tirolites*, pa nešto školjkaša, puževa i koralja. *(35.)*. Ove naslage zajedno sačinjavaju *gornjo-verfenski odjel* ili *kampilske naslage*. Raširenja su obično vrlo ograničenog, pa tako u Velebitu dolaze kao sivožuti dolomitični vapnenci oko Dukina vrela kod Trnovca kao jedino nalazište tih naslaga diljem Velebita. Ima ih oko Glogova i Zrmanje, kod Muća, kod Grahova i Mračaja te kod Glavatićeva *(48.)*.

Naslage donjeg trijasa nemaju veće rudarske važnosti, s razloga što u njima nema ruda u većim količinama. Uz sjeverno podnožje Ivančice kod Ivanca ima u njima nešto *kalamine* i *olovnog sjajnika*, u Samoborskoj gori kod Ruda ima *sadre* (gipsa) s nešto *gorke soli*, u Dalmaciji oko Donje Glavice ima *težca* (barita) i *rumenice*, kod izvora Desnice između Plavna i Golubića dolaze tanke žice olovnoga sjajnika. U Bosni ima u njima nešto sadre u donjim verfenskim naslagama, a u gornjim kod Ustiprače *bakrene rudače*, *rumenice* ima kod Čevljanovića, *manganove rudače* oko Konjica i Jablanice. Od veće rudarske vrijednosti su te naslage u okolici Vareša, jer u njima dolaze moćne naslage *željezne rudače*, koja je postala preobrazbom (metamorfozom) trijaskih vapnenaca.

2. *Srednji trijas*. Po svome razvoju, kao i po bogatom nastupanju okamina, naslage ovoga odjela trijasa najbolje su razvijeni član mezozojika. Petrografijski je najvažniji član vapnenac i dolomit, koji izgrađuju velik dio gora Hrvatskoga Zagorja, Samoborske gore, Velebita, Like, Dalmacije, pa nešto u Krndiji, dok su najviše dinarske planine kao Bjelašnica, Treskavica, Trebević, Zvijezda, Ozren, Romanija, Ravna, Igman i Orman planina izgrađene od vapnenca i dolomita srednjeg trijasa. Obilje okamina u tim naslagama omogućilo je njihovo članjenje poput sličnih naslaga istočnih Alpa u dvije stepenice: *anizijsku* i *ladinijsku*, što bi odgovaralo u širem smislu *ljušturnom vapnencu* (Muschelkalk) srednje Europe.

Anizijska stepenica (po starom plemenu Anizijaca u Alpama). Redovno izravno preko verfenskih naslaga leži u planinama Hrvatskog Zagorja, Samoborske gore i Medvednice, a u manjoj mjeri u Kalničkoj, Petrovoj gori i Krndiji svežanj tamnosivih vapnenaca i dolomita išaranih bijelim kalcitnim žicama. Ti vapnenci i dolomiti odgovaraju t. zv. *gutenštajnskim* vapnencima istočnih Alpa, pa se uz njih gdjekada javljaju još i pješčenjaci. Sličnih naslaga nalazimo i na nekim mjestima u Bosni, dok su u Velebitu, Lici i Dalmaciji nešto drugačijeg razvoja. Obično su to sivi dolomitični vapnenci s kvrgama vapnenih alga, i uklopcima šarenih vapnenaca, preko kojih leže u okolici Egeljca svjetlosivi dolomiti s držalima krinoida. U dolomitima uloženi su crni kremenasti vapnenci, koji izgrađuju brdo Visuć *(39.)*. U ostalim dijelovima Velebita nema značajnih naslaga ljušturnog vapnenca. U manjem razvoju dolaze

u Lici oko Sv. Roka, Mazina, Čemernice, Glogova, Srba s obje strane Unske pukotine, pa se u glavnom sastoje od vapnenih kršnika, dolomita, crvenih i šarenih škriljavaca i vapnenaca.

Na istočnom rubu Zrmanjske doline od Mračaja preko Prljeva do Pribudića i dalje pruža se greben svjetlosivog crvenopjegastog ljušturnog vapnenca, koji leži izravno na verfenskim naslagama. K ljušturnom vapnencu pripada i *klimenta dolomit* južnovelebitske gorske skupine Klimenta — Močila — Vlaški Grad — Jerkovac, koji je svjetlosive boje, katkada crvenkasto nahukan *(62.)*. Sve su te naslage ljušturnog vapnenca redovno bez okamina. Oko Knina, Sinja i Svilaje planine pripadaju ovoj stepenici bijeli gromadasti vapnenci, koje katkada zamjenjuje dolomit svjetlosive boje. Od rijetkih okamina dolaze obično vapnene alge iz roda Diplopora vrsta *Gyroporella annullata (61.)*.

Sasma posebni razvoj anizijske stepenice dolazi u južnoj Dalmaciji, gdje je glavni petrografijski član laporasto-pjeskovito kamenje, na mjestima s obiljem školjkaša, puževa i ramenonožaca, kao oko Manžića, Stojanovića i Prentovića *(61.)*.

Najvažniji član anizijske stepenice na području naše države je crveno-smeđi jedri vapnenac, nađen po prvi puta u nas prilikom gradnje ceste Sarajevo—Pale 1882. kod Han-Buloga, pa je stoga i dobio ime *hanbuloški vapnenac*. U njemu je nađena bogata fauna glavonožaca, pa je na temelju te faune *Hauer (20.)* dokazao, da se hanbuloški vapnenci potpuno podudaraju sa crveno-smeđim vapnencima Schreyer-Alpa u Tirolu, pa prema tome da pripadaju slojevima sa značajnim glavonošcem *Ceratites trinodosus*, po kojem su dobili ime *trinodosus-slojevi*. Kasnije su još nađeni oko Haliluka, Paleža, Peći nedaleko Grahova i na Volujaku. U Panonskoj Hrvatskoj prvi je na njih upozorio *Gorjanović (16.)* 1896., da dolaze iznad Cirkolnjaka sjeverozapadno od Pregrade u Kuna-gori, gdje je našao i bogatu faunu glavonožaca. U južnoj Lici dolaze trinodosus-slojevi u jarku sjev. Mračaja, Prljeva, Pribudića, Vještičina klanca, uz rub Kusca jezera i uz Crni potok *(41.)*.

Odjeliti položaj zauzimaju naslage Kunovca-vrela iznad Velike Popine u Lici, koliko po svojoj zelenkastoj boji vapnenca i raštrošenih kremenih i vapnenačkih pješčenjaka, toliko i po fauni, koja pokazuje oblike amonita dijelom anizijske, a dijelom ladinijske starosti, pa ih stoga *Salopek (56.)* svrstava na granicu između obih stepenica. U ljušturnom vapnencu Trebevića uz glavonošce dolaze u obilju ramenonošci, a u pjeskovito-laporastom razvoju južne Dalmacije dolaze ramenonošci, školjkaši i puževi (*48.*). U Kuna-gori našao je *Gorjanović* uz glavonošce još i ramenonošce *Rhynchonella (Norella) refractifrons* Bitt. i *Spirigera (Pexidella) cf. marmorea* Bitt. Kod Paleža nađene su u hanbuloškom vapnencu bodlje iz peraja ribe prozvane od *Katzera (23.) Ichtyodorolites bosniensis*.

Brojne vrste glavonožaca iz hanbuloških vapnenaca s područja naše države nose oznake naših mjesta i krajeva, pa stoga ovdje navodim neke vrste: *Mojsvaroceras bulogensis* Hau., *Syringonautilus bosniensis* Hau., *Dinarites (Velebites) dinaricus* Salop. *Ceratites halilucensis* Hau., *Proteites dalmatinus* Salop., *Popinites bispinosus* Hau. var. *licanus* Salop., *Gymnites bosniensis* Hau., *Gymnites peciensis* Toula, *Ptychites skakići* Toula i mnogi drugi.

Ladinijska stepenica (po plemenu Ladinaca iz Alpa) pripada gornjem odjelu srednjeg trijasa, pa kod nas dolazi obično zastupana vapnencima, dolomitima, pješčenjacima i škriljavcima, uz slabiji razvoj rožnjaka, jaspisa, pršinaca i pietra verde. Iako te naslage nisu kod nas velikog razvoja kao u Alpama, to se ipak unutar njihova razvoja zapaža znatno facijelno cijepanje, poput onoga u južnim i istočnim Alpama u *buhenštajnske, vengenske* i *kasijanske naslage*. Kod nas je doduše vrlo teško jasno razlučiti sva tri odjela, jer su obično nejasnog prijelaza, a osim toga obično ne dolaze sva tri odjela na jednom mjestu.

U području zagorskih gora neznatnog su razvoja u Kuna-gori i Cesarskoj visi u obliku pločastih vapnenaca žutosive boje s Halobiama, pa prema tome pripadaju vengenskim naslagama (*16.*). Jači razvoj ladinijske stepenice nalazimo u Samoborskoj gori u području Gregurić-brega, ispod Lipovca-grada, u dolini Lipovačke Gradne, odakle prelaze u potok Slapnicu i dalje prema Gradištu i Draganjem selu. Sastoje se od crvenih gomoljastih vapnenaca sa dosta bogatom faunom glavonožaca, a vrlo rijetko ostalih okamina *(55.)*. Preko njih leže oko Gregurić-brega tamnosivi pločasti vapnenci s rožnjacima i uloščima škriljavih vapnenih lapora, sa brojnim *Daonella aff. lomelli*, pa tamnosivi pločasti vapnenci s rožnjacima i tankim uloščima lapora, zelenkastih pršinastih lapora i modrih do zelenkastih škriljavih vapnenaca s *Daonella cf. lomelli* (*57.*); *Salopek* ih pribraja vengenskim naslagama. Ovim naslagama pripadaju i tamni rožnjački vapnenci s uloščima škriljavih lapora Lipovačke doline i Slapnice potoka, pa je u njima dosele nađen jedan jedini amonit roda *Protrachiceras (66.)*, a odgovaraju t. zv. *gurkfeldskim vapnencima.*

U Krndiji nalazi se malo raširenje tih naslaga oko Iskrice kraj samostana Orahovice, kao crveni i žućkastosmeđi laporasto-pjeskoviti škriljavci s *Daonelama*, a na Lijepom brdu iznad Šumeđa i uz lijevu stranu Hercegovca potoka kao crni pločasti vapnenci s *Diplopora triasina.*

U ostalom slavonskom gorju kao i u Gorskom Kotaru, Velikoj i Maloj Kapeli, nisu te naslage uopće razvijene. U dinarskom pojasu javljaju se tek u Velebitu, gdje počinju s gornjim odjelom, t. j. s kasijanskim naslagama Senjske drage, kao svjetlosivi i jedri diploporni vapnenci. Dalje prema jugu nastavljaju se tek u trijaskom prodoru Štirovače, a još južnije u Velebitu kao i u Lici susre-

ćemo srednje i donje odjele ladinijske stepenice. Do jačeg razvoja došle su te naslage uz sjeveroistočne obronke Velebita od Ljutog vrha preko Pezelj-kuka, Crne Grede, Petrove ploče, Škradeline do blizu Velike Plane sjeverozapadno od Donjeg Pazarišta. Na tome prostoru dolaze kao modrosivi pločasti i crveno išarani vapnenci, katkada deblje slojeni i jako borani s uloščima raznobojnog gomoljastog kremena, pa prema *F. Kochu* pripadaju sve te naslage *buhenštajnskim naslagama (43.)*. Vengenske naslage javljaju se kao crni i tamnosmeđi drobljivi škriljavci s uloščima pločastih škriljavaca, u kojima ima loše sačuvanih puževa, ramenonožaca i školjkaša uz brojnije zastupane amonite *(43. i 57.)*.

Jedan i drugi odjel ladinijske stepenice dolazi u manjim raširenjima oko Brušana, Blanuše, Trtića, Miljuša, Petrovića, Jadovna, Sv. Roka, Gračaca, Mazina, Grbačeva polja, Smedereva, Mračaja, Pribudića i Kunovca-vrela iznad Velike Popine. Kao završni član srednjeg trijasa spomenutih područja dolaze dobro razvijeni diploporni svjetlosivi do bijeli vapnenci i dolomiti *kasijanskih* naslaga, koji su u tim predjelima izuzev Senjsku dragu i Štirovaču vezani uz nastupanje buhenštajn-vengenskih naslaga, pa se mogu donekle usporediti s južnoalpinskim *Esino-Marmmolata-vapnencima* i *Schlern-dolomitima*. Osim značajnih vapnenačkih alga *Diplopora annulata* Schafh. i *Teutoporella vicentina* Tornq. nađeno je u tim naslagama još i loše sačuvanih puževa roda *Marmolatella (Naticeps) (40.)*.

U Dalmaciji je razvoj ladinijske stepenice nešto drugačijeg petrografijskog lica nego u Velebitu i Lici, jer dolazi oko Knina, Sinja i Muća zelenkasto pršinasto i škriljavo kremenasto kamenje sa nešto vapnenaca i dolomita vengenskih naslaga s okaminama *Daonella lomelli* Wism. i glavonošcima rodova *Trachiceras, Hungarites* i *Pinacoceras*. Ispod njih dolaze pršinasti i glineni škriljavci buhenštajnskih naslaga, dok bijeli vapnenci Debelog brda s brojnim okaminama školjkaša i puževa pripadaju kasijanskim naslagama *(61.)*.

U Bosni i Hercegovini ladinijske su naslage razmjerno slabo poznate, a javljaju se redovno uz hanbuloške naslage. Osim toga dolaze oko Čevljanovića, na Kaštelu, Dragalcu, Han Toplici kod Sarajeva, kod Olova, i u malenom razvoju između Trebinja, Lastve i Bileća. Po svome petrografijskom sastavu slične su velebitskim, a okaminama se odlikuju vapnenci Šiljanskog polja, gdje je nađeno krinoida, ramenonožaca i prereza glavonožaca *(61.)*.

3. *Gornji trijas*. Ovaj odjel trijasa zaprema vrlo velika raširenja, tako da je većina planinskih grebena izgrađena od tih naslaga poput Strahinčice, Ivančice i ostalih zagorskih gora, pa Ljubel u Kalničkoj gori, u Krndiji Drobno Kamenče, Oštri Kamen, Djedov Nos, Čipger, Podrumina i Planina. U Medvednici sudjeluje gornji trijas u izgradnji zapadnog dijela oko Zakičnice, dok u

Samoborskoj gori zapremaju te naslage velike prostore. U ostalim planinama Savsko-dravskog međuriječja ne dolazi gornji trijas, izuzevši zapadne dijelove Psunja i istočne dijelove Krndije.

U Bosni su naslage gornjeg trijasa redovito vezane na nastupanje naslaga srednjeg trijasa, pa stoga sudjeluju u izgradnji svih najviših grebena onih planina, koje su navedene u odjelu srednjeg trijasa.

U Gorskom Kotaru zapremaju znatan prostor pravcem NW—SO, sve do Begova Razdolja, gdje prestaju, a pojavljuju se još jednom u području Velike Kapele u malom prostoru oko Zagorja južno od Ogulina.

U Velebitu i Lici nešto su jače razvijene u sjevernim i srednjim dijelovima, pa prestaju u južnom Velebitu, sjevernoj i srednjoj Dalmaciji, dok su u južnoj opet prisutne. Sve su te naslage u glavnom istog petrografijskog značaja, pa se poput alpinskog gornjeg trijasa dijele u *karnijsku* i *norijsku stepenicu*.

Karnijske ili *rabeljske* (po mjestu Rabelju) naslage javljaju se jednom u vapnenačko-dolomitičnom razvoju, a drugi put u škriljasto-laporastom razvoju uz pješčenjake i konglomerate. U hrvatskim zagorskim gorama dosta su rijetke, a dolaze u obliku svijetlih vapnenaca uz sjeverni rub Ravne gore u području Velike Pećine, pa nešto oko Cvetlina i Meljana nedaleko Trakošćana. U ostalim zagorskim gorama, kao i u Medvednici, Moslavačkoj i Fruškoj gori ne dolaze. U Kalničkoj gori dolazi posve maleno raširenje uz sjeverno podnožje Špice kraj Ljubešćice, u Psunju su dosta dobro razvijene istočno Siraču, Piljenici, Stančevcu, uz dolinu Toplice potoka i uz sjeverne obronke Debelog brda i Pakre potoka. Sastavljene su iz jako boranih tamnosivih i zelenih škriljavaca s izmjeničnim debelim slojevima svijetlih i tamnih vapnenaca *(38.)*. Između Skupeduše i Komljenice dolaze kao tvrdi vapnenci s uloščima laporastih škriljavaca, pa su u tim naslagama nađene značajne okamine za te naslage kao *Myophoria kefersteini* Münst., *Cardita cf. crenata* Geldf., *Myoconcha* aff. *curionii* Hau., uz razne druge slabo sačuvane okamine. Ovim naslagama pripadaju i tamnosivi vapnenci bez okamina Oštrog Kamena, Drobnog Kamenčeta, Podrumine, Djedova Nosa i gornjeg toka Tisovca potoka u Krndiji.

U Gorskom Kotaru, Velebitu i Lici rabeljskim naslagama pripadaju raznobojni, ponajviše crveni laporasti škriljavci uz slabiji razvoj pješčenjaka, konglomerata, crnih vapnenaca i jaspisa. U Gorskom Kotaru povlače se kao uska pruga između karbonsko-permskih i naslaga glavnog dolomita uz neke prekide dolinom rijeke Dobre između Brod-Moravica i Vrbovskoga, pa uz donji tok Kupice, od Ravne Gore preko Kupjaka, Zalesine, Sušice do Delnica, gdje su prekrite mlađim naslagama, pa se ponovno javljaju oko Lokava, Mrzle Vodice, Crnog Luga. U Velikoj Kapeli nalazimo ih kao maleni prodor oko Ribarić-sela uz zapadno podnožje Veljunbrijega. U Velebitu i Lici one su redovni pratilac pojasa diplopornih

vapnenaca, pa ih stoga susrećemo u Senjskoj dragi, Štirovači, Sunđeru, Klepinoj dulibi, Debeljaku, Raspavici, Grgin-brijegu, Jadovnu, Oštarskim ponorima, Stupačinama, Jasenovu potoku kraj Velike Plane i na Šuntinovici kraj Donjeg Pazarišta. Južno od Jadovna prekrite su mlađim naslagama, pa ponovno nastupaju uz sjeveroistočnu stranu Velebita od Urlaja preko Velike Orlje i Počitelja na Vagan i Bunovac, pa im je tu vidljiva i druga grana antiklinale oko Ivine Vodice, Vlaškoga Grada, Jerkovca i Močila. U Lici dolaze na više mjesta, kao oko Gračaca, Bruvna, Sv. Roka, Miljuša, Rudopolja, Lapca i drugdje. Okamine su u njima rijetke, pa je dosele nađeno samo na Močilima nešto krinoida, koralja, puževa i školjkaša *(62.)*. U starijoj, a dijelom i u novijoj literaturi označene su rabeljske naslage ovih krajeva kao verfenske.

Južno od crte Gračac-Močila, pa u sjevernoj i srednjoj Dalmaciji te naslage nisu do danas poznate.

U Bosni su karnijske naslage razvijene kao vapnenci sive i crvene boje, a oko Vrnograča i Cazina dolaze kao tamni škriljavci, tinjčasti pješčenjaci, šareni lapori i škriljavci. *(48.)*. Bosanski vapnenački razvoj tih naslaga odgovara halštatskim vapnencima istočnih Alpa, pa ih prema tome *Diener (10.)* dijeli u pojas s *Tropites subullatus* i pojas s *Trachiceras aonoides*. Prvi pojas dolazi oko Glamoča, a drugi oko Draguljca na Trebeviću i Očevlja sjeverno od Sarajeva. U okolici Glamoča sakupio je *Kittel* oko 120 raznih amonita. U naslagama Draguljca nađeni su brojni preostatci glavonožaca, ramenonožaca, školjkaša i puževa *(35.)*. Kod Očevlja našao je Kittel neke nove vrste halobija kao *Halobia očevljani; H. varešensis, H. grimmeri i H. styriaca.* Uz značajne glavonošce pojasa Trachyceras aonoides s Draguljca nađene su kod Očevlja još i druge brojne vrste. Ovamo spadaju prema Katzeru (*21.*) i svijetli vapnenci Olova, iz kojih izbija toplo rudno vrelo Olovo.

Posve drugoga lica je razvoj rabeljskih naslaga u hercegovačkom Kršu oko Lastve istočno od Trebinja. Tu su ustanovljene brakične, kopnene i morske naslage karnijskog odjela, sastavljene od tamnih vapnenaca podrijetla dijelom morskoga, dijelom kopnenoga, i smrdljivih lapora sa megalodontima, morskim i slatkovodnim školjkašima. Preko tih slojeva dolaze dolomiti u izmjeničnom položaju s gastropodnim vapnencima, šarenim laporima i laporastim glinama, a preko svega leži norijski dolomit *(5.)*.

Kao završni član trijaske formacije na području Hrvatske dolaze naslage *norijske stepenice*, koja počinje s transgresivnim konglomeratima i kršnicima, preko kojih leži debeo slijed vapnenaca i dolomita pod imenom *glavnog dolomita* i *dahštajnskog vapnenca* s prerezima velikih megalodonta, puževa i vapnenačkih alga iz roda Gyroporella.

U zagorskim gorama, Medvednici, Samoborskoj i Kalničkoj gori, Krndiji, Psunju, Gorskom Kotaru, Velebitu i Lici naslage ove stepenice pripadaju većim dijelom glavnom dolomitu, a manjim

dahštajnskom vapnencu. Na tim područjima leže one na rabeljskim, a gdje nema ovih, na naslagama srednjeg trijasa, kao u zagorskim gorama, između Karlovca i Vojnića, pa djelomično u Samoborskoj gori, Psunju i Krndiji. Kod Hrastišta na Romaniji te su naslage izgrađene od grebenastih koraljnih vapnenaca žućkastocrvenkaste ili bijele boje s faunom koralja, školjkaša, ramenonožaca, a rjeđe glavonožaca *(35.)*. Naslage najgornjeg odjela gornjeg trijasa ili *retijske stepenice* poznate su dosele samo iz okolice Čevljanovića i područja Bjelašnice u obliku megalodontnih vapnenaca.

Naslage srednjeg i gornjeg trijasa na području Nezavisne Države Hrvatske, izuzev područje Bosne, nemaju veće rudarsko-gospodarske važnosti, jer su novija istraživanja pokazala, da u tim područjima vlada očita oskudica na rudama sposobnim za iskorišćivanje. U većim količinama dolaze jedino *boksiti* Grgin-brijega, Vratca kod Gračaca, Glogova, Crnopca, Vodene Glave kraj Rudopolja, Kiana, Mazina, Doljana i Velike Popine. Unatoč velikih količina rudače, ona se ne iskorišćuje, jer nije podesna za preradbu, budući da sadržava prevelik postotak kremične kiseline, 6—8%, a i više tako, da dosiže i do 32%, što daje već posve jaspisno kamenje. *(34.)*. U području Velebita značajno je nastupanje *hematita* na Debeljaku i oko Velike Plane sjeverozapadno od Donjeg Pazarišta. Hematit je ovdje čist i za metalurgiju prvorazredno tvorivo, ali su njegove količine premalene za iskorišćivanje u većem obujmu. Nešto hematita ima kod Ivinih Vodica podno Sv. Brda u Velebitu u rabeljskim naslagama, a ilovasta željezna rudača dolazi u većoj količini u gornjem trijasu Raskov-dola kod Plavna i Muć-Ogorja *(41.)*. Bogatije raznim rudačama su naslage srednjeg i gornjeg trijasa u Bosni, gdje se na više mjesta iskorišćuju piriti, halkopiriti, sinjavci, željezna i olovna rudača. Najveće ležište željezne rudače je kod Vareša, gdje ono dolazi u donjem dijelu srednjeg trijasa, manganove (psilomelana) kod Čevljanovića na granici gornjeg trijasa i jure, pa olovne kod Prgoševa kraj Olova *(48.)*.

JURA. Naslage jurske formacije po svome prostranstvu zauzimaju znatna područja države, pa su uz trijaske naslage vrlo važan čimbenik u geologijskoj izgradnji naše domovine. Značajno je, da su one pretežno vezane na zapadne dijelove države, a u manjem razvoju dolaze samo u sjevernim planinama Bosne. Prema tome one sudjeluju u izgradnji Dinarskih planina, pa su od njih izgrađeni svi najviši gorski grebeni velikog dijela tih planina ili pojasa Visokog hrvatskog krša. Povlače se od Triglava preko Gorskog Kotara na Veliku Kapelu i Velebit, gdje postizavaju najveći razvoj, dok prema jugu u Dinarskom gorju zauzimaju u prekinutom nizu veća ili manja raširenja. U planinama Savsko-dravskog međuriječja u Samoborskoj, Petrovoj i Zrinskoj gori, Motajici i Prosari ove naslage uopće ne dolaze. Naslage jurske formacije naših područja pripadaju južnoevropskom razvoju, pa su taložine unutarnjeg dub-

ljeg dijela Tetisa, za razliku od jurskih taložina srednje Evrope, koje pripadaju plićem obalnom pojasu Tetisa. U toj pojavi leži razlog, zašto su jurske naslage u nas razmjerno vrlo siromašne okaminama.

Veliki dio jurskih naslaga dinarskoga pojasa bio je pribrajan prema starijoj geologijskoj nauci formaciji trijasa, a tek novija istraživanja u Hrvatskom kršu dokazala su, da te naslage ne pripadaju trijasu nego juri. U razvoju jurskih naslaga na prostoru naše države susreću se sva tri odjela jurske formacije, t. j. *gornji, srednji* i *donji jura* ili *malm, dogger* i *lijas.*

1. *Donji jura ili lijas.* Ovome odjelu jure pripada slijed slojeva, za koje se ne može sigurno ustvrditi, da pripadaju ovom odjelu, jer su obično bez okamina, a i ono malo okamina što dolazi u njima tako je loše sačuvano, da se po njima ne može ustanoviti točna pripadnost formaciji jure. Ovo napose vrijedi za najdonje slojeve lijasa, dok su slojevi srednjeg lijasa već bolje označeni značajnim okaminama. Pripadnost tih donjih naslaga odjelu donjeg lijasa određena je na temelju stratigrafijskog položaja, jer redovno leže izravno na gornjem trijasu, a prema gore su ograničene nizom slojeva srednjeg lijasa, koji je dobro označen značajnim okaminama. No unatoč tome mnogi pisci drže, da te naslage ne pripadaju juri, nego najgornjem trijasu, t. j. *retijskoj stepenici.* Pojavljuju se samo tamo, gdje su naslage jure jako uzdignute, ili pak u duboko urezanim dolinama. Sastoje se od debelih slojeva tamnosivih, gotovo crnih vapnenaca s uloščima nešto svjetlijeg dolomita ili bituminoznog škriljavca. Dolaze na brojnim mjestima, ali vazda u manjem opsegu, kao u Gorskom Kotaru, gdje proviruju na više mjesta ispod srednjeg i gornjeg lijasa na prostoru oko Delnica, Lokava, sve do južno od Tuka, pa uz zapadnu i istočnu stranu Ličkog polja. U Velikoj Kapeli dolazi maleno raširenje tih naslaga u Modruškom Zagorju južno od Dujmić-sela i sjeverno od Luketića, pa uz južno podnožje Velike Javornice, odakle se povlače u uskom pojasu do na sjever od Tomić-sela kraj Drežnice. Jači razvoj postizavaju na području Velebita i Like, gdje se od Krasanske dulibe protežu preko Krasna do Iline Grede, zatim zapadno od Malog Rajinca preko Lomske dulibe i Hajdučkih kukova do Franjkove drage i Bovana. Odavle prelaze u dva pojasa sve do oštarijsko-trnovačkog karbonskog prodora obuhvatajući pojas vengenskih, ladinijskih i rabeljskih naslaga. Dalje na jug prosljeđuju također u dva pojasa, jedan vrlo uski proteže se duž Velebita sve do Gračaca, gdje nestaje pod plaštem mlađeg kamenja, a drugi širi s primorske strane Velebita, gdje su slojevi tih naslaga strmo izdignuti kao na Velikom Rujnu i Ličkom Dolcu sjeverno od Libinja. U Lici su slabije zastupane, pa je nešto veće raširenje oko Rapajina klanca i Prokika, gdje dolaze slojevi posve vodoravnog položaja. U Dalmaciji su pretežno prekrivene srednjim i gornjim lijasom, a u Bosni nisu dosele poznate.

2. *Srednji i gornji lijas.* Konkordantno preko donjeg lijasa leži debeo pokrov jako raširenih, dobro slojenih, sivih do tamnih vapnenaca s laporastim uloščima. Ovi su vapnenci u izmjeničnom položaju s dolomitima. Prema gore prelaze ove naslage u crvenkasto sive, katkada pločaste vapnence pune kvrga i pjega, a preko njih leži suvisli pojas tamnih dolomita. Ovaj gornji odjel počam od crvenkastih vapnenaca do tamnih dolomita pripada *gornjem,* a naslage ispod toga *srednjem lijasu.* Srednji lijas dobro je označen paleontologijski, jer su tamnosivi vapnenci obično puni okamina školjkaša *Lithiotis problematica Gümb.,* koji je provodna okamina našeg srednjeg lijasa. Osobito mnogo okamina ovoga školjkaša nalazi se u slojevima srednjeg lijasa na cesti između Podpraga i Halana, na cesti između Stalka i Mošunja u Velikoj Kapeli, pa ispod Orlova Gnijezda u Senjskoj dragi. Uz ovaj fosil javlja se na mjestima još *Terebratula rizzoana,* pa školjkaši *Megalodus pumilus* i *Vola alata.* Naslage ovih dvaju odjela lijasa zapremaju velika područja Dinarskih planina. Tako u Gorskom Kotaru izgrađuju sve najviše gorske kose sve do Ličkog polja, gdje se gube pod naslagama titona. U Velikoj Kapeli javljaju se od ceste Jasenak-Mošunje pravcem prema jugu do Dulibe i Ploča, a u Velebitu izgrađuju sve najviše uspone od Vrnča vrha iznad Vratnika do zapadno Crnopca u prostranom pojasu. U Lici ih nalazimo na području Ličke Plješevice, oko Donjeg Lapca, Kremena, Mazina, Bilopolja, Gračaca i Popine, odakle zalaze obrubljujući sklop Poštaka u Dalmaciju. Tu ih susrećemo oko Knina, Sinja i Dubrovnika, i u susjednoj Hercegovini istočno od Trebinja kod Arslanagića Mosta i Lastve uzduž Trebišnjice *(48.).* Na Prenj-planini našao sam ih na prostoru Čemernog dola uz podnožje Velikog brda.

Na pragu Dinarskog pojasa javljaju se te naslage u nešto drugom razvoju u predjelu Vinice brijega kod Duge Rese. Tu se sastoje od tamnosivih oolitičnih vapnenaca, dobro slojenih s faunom glavonožaca, ramenonožaca i krinoida, pa su te naslage u svoje vrijeme prispodobljene *Grestener naslagama* sjevernih Alpa. *(60.).*

Sasvim zasebni razvoj imadu te naslage u Bosni, gdje su sastavljene od flišnog facijesa s laporastim škriljavcima, laporastim vapnencima i pješčenjacima. One zapremaju znatan prostor i polaze u luku od sela Nahorova sjeverno od Sarajeva pokraj Čevljanovića, Vareša, preko rijeke Bosne kod Vranduka, obuhvaćaju tok rijeke Vrbanje i svršavaju kod Ćelinca. *(48.).* U manjim izbojcima dolaze oko Bjelašnice i Treskavice planine.

Sve naslage lijasa Bosne pripadaju *gornjem lijasu* prema fauni glavonožaca nađenih u njima, jer su u njima nađeni ovi amoniti: *Tmetoceras katzeri* Beck; *Grammoceras* sp. iz grupe *Harpoceras radians (48.),* a u laporastim škriljavcima Kralupa kraj Vareša, Gacka i Vrbice kraj Avtovca nađeni su glavonošci *Almatheus margaritatus, A. spinatus* i *Hildeceras bifrons (48.).* Lijas dinarskog

razvoja dolazi od Bihaća uz lijevu stranu Une do Kulen-Vakufa s prekidima sve do Ilice planine.

Preko naslaga lijasa leži u pojedinim dinarskim planinama svežanj slojeva tamnih, gotovo crnih i smeđih vapnenaca i dolomita, kojima je starost ustanovljena poradi pomanjkanja okamina na temelju njihova stratigrafijskog položaja između donjeg i gornjeg jure kao *dogerska* ili *srednjojurska* (44).

Naslage dogera najslabiji su razvojni član jurske formacije naših krajeva. U jačem razvoju dolaze u Gorskom Kotaru oko Kuželjskih stijena, odakle se povlače prema Vrbovskom i dalje južno kroz Veliku Kapelu, gdje se protežu u dva niza. Jugozapadni niz polazi od Matića poljane preko Prčeve kose južno od Tuka na Bristove drage, Vukovu kosu, Ričičko bilo i Čubrin vrh, pa se južno ovoga gube ispod titonskih naslaga alansko-krivoputske ploče. Sjeveroistočni niz počinje od Vrbovskoga dolinom rijeke Dobre posve uskim pojasom do Gomirja, odakle se proširuje preko Vitunja, Ogulina, Opertice, Stožca na Veljun, a odavle preko Plaške Glave do jezera Blata, gdje zalaze pod naslage gornjeg jure. Manje raširenje dolazi oko Jasenka između Vrela i sjevernog podnožja Male Javornice. U području Musulin-potoka i Desmerice u Modruškom Zagorju stvaraju te naslage vrlo različite kamenite oblike od osamljenih kamenih stupova, škrapa i odlučenih slojeva, dajući tako tome kraju posebno morfologijsko obilježje. U Velebitu nisu dosele sigurno utvrđene, a pribraja im se uski svežanj slojeva tamnosivih dolomita, koji svojim položajem između mrljastih vapnenaca gornjeg jure i kladokoropsis vapnenaca s jedne strane, te slojeva lijasa s druge strane daju razloga, da se smjeste u doger. U Lici dolaze kao tamnosivi ili smeđi bituminozni dolomiti oko Smrekovca, Cerovca do Velike Popine, pa u području Smrdljivca oko Marčetić-stana zapadno od Male Popine. U Dalmaciji nisu do sada ustanovljene ove naslage, a prema dosadanjim poznavanjima stratigrafije Bosne i Hercegovine nisu ni ovdje za sigurno ustanovljene. Pribrajaju im dvojbene tvorevine oolitičnih tamnih vapnenaca doline Neretve između Jablanice i Drežnice, pa na Vran i Krug planini manja raširenja (48.).

Preko donjeg i srednjeg jure leži obično konkordantno debeo slijed slojeva svjetlosivih do tamnosmeđih bituminoznih vapnenaca s izmjeničnim ulošcima nešto svjetlijeg dolomita, a sve skupa je išarano debljim ili tanjim žicama bijelog kalcita. Siromašni su okaminama, pa su obično označeni sitnim i dosta rijetkim koraljem *Cladocoropsis mirabilis* Felix, po kojem su dobili ime *cladocoropsis naslage.* Samo u gornjim dijelovima vapnenca dolaze brojni *foraminiferi,* od kojih se osobito ističu *Textulariae* i *Miliolidae. (62.).* Ovamo pripadaju i svjetlosmeđi kršnici Bijelih i Samarskih Stijena, pa oni između Sv. Ilije i Kozica uz podnožje primorske strane Velike Kapele. U Velebitu od Sv. Jurja do podnožja Zavižana, pa na nekoliko mjesta srednjeg Velebita i na više mjesta u Lici zamjenjuju kladokoropsis-vapnence tamnosivi jedri kršnici. Gornjo-jurske naslage zauzimaju veliki prostor, protežući se od državne granice u Gorskom Kotaru odakle prelaze u Veliku Kapelu, Velebit i Liku u dva usporedna pojasa, primorski i kopneni pojas. Kako se te taložine sastoje od debelo slojenih jedrih vapnenaca i kršnika, pružaju dobru podlogu za razvoj najneobičnijih denudacionih oblika, koje susrećemo na svima područjima, na kojima se javljaju te naslage. Općenita je morfologijska značajka naslaga *gornjeg jure* ili *Malma,* da stvaraju oštre oblike, po čemu se mogu na prvi pogled odlučiti od ostalih jurskih naslaga. Uz stanovite prekide prelaze u Dalmaciju od Plavna preko Knina i Sinja, gdje prestaju, da se opet pojave u uskom pojasu oko Dubrovnika. U Bosnu prelaze od Plješevice, i uz stanovite prekide javljaju se u manjim raširenjima uzduž pravca sjeverozapad-jugoistok.

Na nekim mjestima Like i Dalmacije leži na gornjo-jurskim kladokoropsis naslagama završni svežanj slojeva gornjeg jure, sastavljen od tankopločastih drobljivih vapnenaca s ulošcima kresivca u izmjeničnom položaju s debeloslojenim ili pločastim svijetlim vapnencima s brojnim preostatcima riba, amonita i aptiha. Preko njih leži tankoslojen svjetlosmeđi vapnenac s nepravilnim ulošcima kresivca, a preko njega crvenkastosmeđi vapnenci tankih ploča s aptihima, belemnitima i amonitima. Preko svih tih naslaga dolazi svjetlosmeđi dolomit bez ikakvih okamina. Nalazimo te naslage u Lici u skupini Poštaka, na Visočici kod Donjeg Lapca, pa na previji Lemeš između Knina i Vrlike, pa su po njoj dobile ime *lemeš-naslage.* Na temelju brojnih preostataka glavonožaca nađenih u tima naslagama određena im je starost gornjeg odsjeka jure, t. j. *donjem titonu. (8. i 54.).* U tima naslagama na Lemešu nađene su brojne vrste riba, koje dolaze u donjokrednim naslagama Hvara uz jednu novu vrstu roda *Elopopsis.* U dolomitima titona Stikova na Lemešu, pa na Poštaku od Poljane do Vagana i oko Rastičeva dolaze veći ili manji lećasti uklopci *zemne smole* ili *asfalta,* a vjerojatno da i ostala nalazišta zemne smole u Dalmaciji potječu iz titonskih pločastih vapnenaca, iz kojih je dospjela bituminozna tvar potiskivanjem u gornje kredne naslage (Vrgorac, Višnjić) iz kojih se vade *(61.).*

Nasuprot tome nalazimo u Velikoj Kapeli vrlo dobro razvijene naslage gornjeg titona, koje u dinarskom području počinju u Tarnovanskoj šumi, odakle prelaze prema Gorskom Kotaru sve do južnog ruba Ličkoga polja, pa dalje prema jugu na Viševicu, Mašvinu, Zagradski vrh, Rujnik, Lipnik i Drinjak, spuštajući se postepeno sve do mora kod Kozica sjeverno od Senja. Drugi dio tih naslaga zaprema alansko-krivoputsku ploču, odakle se u širokom pojasu proteže prema istoku do crte Crnačko polje — Jel-

vica — Trčkovac-brdo, zapadno od Jezerana, pa se nastavlja prema sjeveru u znatno užem pojasu od sjeverozapadnog ruba Crnačkog polja preko Drežnice do Lisina južno od Jasenka. Bazu tih naslaga sačinjavaju svjetlosmeđi kršnici južnog dijela Ličkog polja, i šećernobijeli vapnenci Lisina, Lipice i Ravna. Na ovim vapnencima u području Drežnice leže tamnosivi koraljni vapnenci s krinoidima, koraljima, eliptičnim elipsaktinijama, a oko Vodoteče dolaze smeđi vapnenci s brojnim sitnim koraljima uz *Ellipsactinia ellipsoidea* Steinm. Preko toga leže oko Radojčića i na alansko-krivoputskoj titonskoj ploči svjetlosivi vapnenci sa prerezima brojnih školjkaša roda Diceras, uz ostale školjkaše i puževe roda Nerinea te vrlo brojnim hidrozojima iz rodova *Chaetetes* i *Bauneia*. Na nekim mjestima u tim su vapnencima uloženi tanji slojevi smeđeg dolomita s loše sačuvanim koraljima. Završni član u nizu sveukupnog titonskog kamenja su sivi, gotovo bijeli vapnenački kršnici Mašvine i Rujnika u Velikoj Kapeli, pa oštre glavice gorskoga sklopa Poštaka u Lici.

Velikokapelski titon obiluje okaminama u svim razvojnim stratigrafijskim članovima, ali u povodu jedrine vapnenačkog kamenja vrlo je teško dobiti dobro sačuvane okamine. Obilno su zastupani koralji, školjkaši i hidrozoa, a manje puževi i ramenonošci.

Glavna je paleontologijska značajka titonskih naslaga ovih područja nastupanje znatnog broja primjeraka roda *Ellipsactinia*, koji je rod zastupan sa pet raznih vrsta, zatim rod *Diceras* sa tri vrste i brojni koralji raznih rodova i vrsta. U oolitičnom sivosmeđem vapnencu sjeverno Radojčića prema Jasenku dolazi dobro zastupana fauna ramenonožaca uz neke školjkaše. Elipsaktinijski vapnenci dolaze na području Prenj planine oko Kantara, a vjerojatno dolaze i na područjima ostalih jurskih naslaga Bosne i Hercegovine, samo što nisu dosada ustanovljene. Uz titonske vapnence dolaze u Bosni i Dalmaciji još neki drugi stratigrafijski elementi sastavljeni iz pjeskovitog kremenog kamenja, sivih i zelenih pršinaca, crvenih škriljastih i pločastih vapnenaca s aptihima, pa od tvrdih kristalinskih vapnenaca, sivih oolitnih vapnenaca i sivih vapnenačkih kršnika.

Kroz srednju Bosnu povlači se pravcem sjeverozapad-jugoistok pojas kamenja, kojemu do nedavna nije bila ustanovljena sigurna geologijska starost, a koje su kamenje redovno svrstavali među juru, djelomice i među kredu. To je kamenje sastavljeno od radiolitnog i raznobojnog kremenog kamenja, zatim od pršinastih pješčenjaka, uz pratnju zelenog (ofiolitnog) vulkanskog kamenja serpentina, peridotita, gabra, porfirita, dijabaza i melafira *(27.)*. Ovo kamenje sačinjava *Kišpatićevu* »bosansku serpentinsku zonu« *(27.)*, koja je sastavni član Kossmatove »bosansko-unutarnjoalbanske vapnenačko-serpentinske regije« poznate pod

imenom pojas *mezozojsko-ofiolitnog vulkanskog kamenja, pješčenjačko-rožnjačkih slojeva s transgresijom gosavskog facijesa fliša gornje krede (47.)*. Međutim novija istraživanja izvedena na području toga pojasa dokazala su na temelju novih nalaza okamina, *da taj serpentinski pojas pripada trijasu, i da je razvijen od skitijske stepenice sve do megalodontnih vapnenaca gornjeg trijasa, dok lijas zahvaća samo djelomično* s bazalnim konglomeratom preko pojedinih trijaskih stepenica. *(50.)*.

Kamenje serpentinske zone zaprema prostor od Kozare planine prema jugu, gdje prelazi preko Vrbasa sjeverno od Banje Luke, obuhvata Borju planinu i rijeku Bosnu između Vranduka i Doboja, prelazi u istočnu Bosnu na sjever od rijeke Spreče i Jale u Ozren-planinu, zatim oko Kladnja, Čevljanovića, Olova i Vlasenice, pa nešto oko Rogatice, Višegrada i Uvca. *(48.)*.

Uz raširenje serpentinskog pojasa vezana je pojava raznih rudača na tom području, kao kromove rudače kod Duboštice, sjeverno Varešu, magnezitnih rudača na Ljubić-planini, južno od Doboja uz Bosnu i potok Paklenicu, pa realgara i auripigmenta sjeverozapadno od Doboja oko Kosove. Bakrene rudače dolaze u količinama, koje nemaju veće rudarske i gospodarske vrijednosti.

KREDA. Znatan dio područja države zapremaju naslage kredne formacije. U tom se ističu u prvom redu krajevi Dinarskog krškog gorja, gdje je velik dio toga područja izgrađen od naslaga kredne formacije, koje stvaraju područja najljućeg krša s oštrim i jako razvijenim morfologijskim oblicima primorskih krajeva, pa otoka Paga, Brača i Hvara kao i svih ostalih jadranskih otoka, dok su na kopnenoj strani oblici mnogo blaži i denudacijom zaobljeni. Naslage ove formacije dolaze u Bosni i Hercegovini dosta jako razvijene, a slabijeg su razvoja u Samoborskoj gori, Medvednici, Kalničkoj i Fruškoj gori i Papuku, dok u ostalim gorama Savsko-dravskog međuriječja kao i sjeverne Bosne ne dolaze.

Po njihovoj petrografijskoj oznaci naslage kredne formacije mogu se razdijeliti u dva pojasa: *u pojas istočnoalpinskog razvoja* s glavnim stratigrafijskim članom pješčenjačkim kamenjem (flišem), i *južnoalpinski ili dinarski pojas*, u kojem dolazi samo vapnenačko kamenje. Obje grupe kamenja mogu se razdijeliti poput sličnih tvorevina južnih i istočnih Alpa i kod nas u *gornju* i *donju kredu*.

Svojevremeno su pribrajali krednoj formaciji tanki slojni niz s brakičnom, kopnenom i slatkovodnom faunom poznat pod imenom *kozina naslaga Stacheove* »Liburnijske stepenice« Istre, Dalmacije, Hrvatskog Primorja i južne Hercegovine. *(64.)*. Novija istraživanja pokazala su, *da je fauna kozinanaslaga posve lica tercijarnog, pa su stoga te naslage svrstane u donji eocen.*

1. *Donja kreda.* Na naslagama kladokoropsis vapnenaca i gornjojurskih kršnika Gorskoga Kotara, Velike Kapele, Velebita i Like leži pokrov neuslojenog kamenja, sastavljen od svjetlosmeđih

do tamnosivih vapnenačkih kršnika, s mjestimičnim (južni Velebit) uloščima laporastih škriljavaca. U tima naslagama nema okamina, pa su ih na temelju njihova položaja prema jurskim naslagama označili donjokrednim. Poradi svoje gromadaste teksture stvaraju vrlo oštre denudacione oblike, tako da dijelovi Hrvatskoga krša, koji su izgrađeni od tih naslaga, pružaju upravo čarobnjačku zbirku najraznovrsnijih kamenih oblika počam od sitnih škrapa do ogromnih osamljenih stupova poput Strogira, Stapa, Podgrizenog kuka, Turskih Vrata, Tulovih Greda, Ćabera, Lađe i Prosenjaka.

Ispod kršnika donje krede dolazi u prostoru istočno od Ledenica, preko Kalanja, gotovo sve do mora uski slojni red sivozelenkastih pločastih vapnenaca bez okamina. Napadne su sličnosti s vapnencima iste boje i teksture oko Božave na otoku Dugom, koje je *Schubert (63.)* pribrojio donjoj kredi, pa su na temelju te sličnosti i ledenički sivozelenkasti vapnenci pribrojeni donjoj kredi.

Naslage donjokrednih kršnika zauzimaju znatan prostor Primorskoga krša, kao i u kopnenom pojasu Like. Iz Gorskog Kotara prelaze u apsolutnim visinama od 300—1450 m do Medvejca, odakle se spuštaju na 900 m preko Crnog vrha — Vjetrenjaka, pa preko Ledenica do mora kod rta Klista. Na prostoru Klist — Sv. Juraj odlomljene su i usjele pod morsku površinu, a od Sv. Jurja do Žrnovnice opet izgrađuju obalu, pa se odavle uzdižu do visine između 300 — 1200 m i povlače se dužinom Velebita s obih strana do Crnopca i Prologa, a završuju se brdom Vrbicom iznad desne obale Zrmanje. Kopneni ili Lički pojas sastoji se od nesuvislih nizova brežuljaka Gackog polja odakle prelaze prema Kosinju, Kruščici i Klancu, gdje zalaze u Ličko polje, pa se svršavaju na crti Švračkovo polje — Podlapac— Trovjera.

U Dalmaciji je donja kreda nešto drugačije razvijena, jer ne dolaze spomenuti kršnici, nego se razvoj sastoji od sporadičkih skupina raznih vapnenaca. U srednjoj Dalmaciji dolaze aptihni vapneni škriljavci neokomske starosti, pa crvenkastovapnenački škriljavci s kresivcem i uloščima zemne smole na Lemešu, kod Baljka i Drežnice nedaleko Vrlike, gdje u njima dolaze otisci aptiha i glavonožaca *(61.)*. Nešto jači razvoj tih naslaga dolazi sjeveroistočno od Drniša, gdje se protežu od Biočića i Riđane u jugoistočnom pravcu do područja Vrličkog polja. Tu se sastoje od dobro slojenih vapnenaca svijetle boje, s držalima krinoida i prerezima puževa, a preko njih dolaze sivi tanko pločasti vapnenci s *Requeniama, Nerineama* i *Rudistima.* Ove potonje naslage pripadaju odjelu *donjeg turona,* a dolaze uz zapadne obronke Svilaje planine istočno od Petrova polja, u području Graovače i Jelice Glavice. Rekvenijski vapnenci dolaze na sjevernom obronku Promine i Moseć-planine *(61.).*

Posebni razvoj donjokrednih naslaga nalazi se na otoku Hvaru između Starigrada i Vrboske. Tu dolaze ispod rudistnih gornjokrednih vapnenaca pločasti vapnenci crvenkastosmeđe boje, plitkog ljušturastog loma s otiscima riba i gušterica, pa po svojoj starosti pripadaju najgornjem odjelu donje krede, t. j. stepenici *aptiena.* U tima vapnencima nađeni su brojni otisci riba iz rodova *ganoida, lepidostea, picnodonta, teleostea, scopelida i clupeida,* obrađenih po *Bassaniju (1.)* i *Gorjanoviću (15.).* Od gušterica nađeno je nekoliko vrsta kao *Hydrosaurus (Pentosaurus) lesinensis, Opetiosaurus buccichi (45.* i *46.), pa Aigialosaurus lesinensis, Aigialosaurus novaki (12.)* i *Mesoleptos zendrini.* I na otoku Braču nađeni su slični vapnenci pločaste teksture s ribama na Visočici kod Humca. Na zapadnom dijelu otoka Hvara u prostoru zatona Draga i Parija dolaze nešto mlađi pločasti vapnenci s uloščima tvrdih lapora, u kojima je nađeno preostataka bilja. *(25.).* U srednjem dijelu sredine otoka Hvara dolazi jako raširenje donje krede u obliku smrdljivih vapnenaca i dolomita, koji se protežu od Grabja na zapadu do Jasenova na istoku, a pripadaju najgornjim slojevima donje krede.

U Bosni i Hercegovini naslage donje krede dosta su ograničena razvoja. Bazu tih naslaga sačinjavaju rekvenijski i orbitoidni vapnenci svijetle boje s uloščima glinenih svijetlih lapora, a dolaze u jugoistočnom dijelu Grmeč-planine, uz Vrbas od Banje Luke do preko Jajca, i oko izvora Sane. Hvarskom horizontu odgovarali bi pločasti vapnenci s fosilnim ribama okolice Duža (Taleža) južno od Trebinja, pa laporasti vapnenci Bileća. Iz tih vapnenaca potječe jedna gušterica slična zmiji opisana pod imenom *Mesophis nopcsai* Bolk. *(6.).* Vrlo je vjerojatno, da ovamo spadaju i crveni pločasti vapnenci s uloščima kresivca područja Bosanske Krupe, Grmeč-planine, Banje Luke, Vlašić-planine, pa sjeveroistočnih i jugoistočnih rubova Zeničko-sarajevske kotline. Neka od tih nalazišta pripadaju vjerojatno gornjem juri, a ne donjoj kredi, kamo ih mnogi svrstavaju. (Grmeč, Kladanj, sjeverozapadna Bosna).

2. *Gornja kreda.* Naslage gornje krede zapremaju znatne prostore na području države. Prema svome petrografijskom sastavu dijele se u dva razvoja: u *istočnoalpinski* ili *flišni razvoj,* i u *južnoalpinski* ili *mediteransko-vapnenački razvoj.* Ovaj potonji sudjeluje u izgradnji krajeva Dinarskoga krša, dok flišni razvoj dolazi u neznatnim raširenjima u ostalim područjima izuzev zagorske gore, Moslavačku goru, Psunj i sjeverne bosanske planine.

U Samoborsko-žumberačkim gorama flišni je razvoj vezan na Samoborsku goru u užem smislu, i to oko Sv. Nedjelje, Kladja, Šoića, Terihaja, Sv. Lenarda i Braslovja, pa se sastoji od zelenkastih pješčenjaka i konglomerata s *Acteonella gigantea,* i rudistnih svjetlosivih vapnenaca manjeg razvoja. U Žumberačkom gorju dolaze samo rudistni vapnenci oko Mrzlog Polja i Sošica do Kupe,

gdje se vežu s vapnenačkim razvojem dinarskog pojasa gornje krede.

Poput Samoborsko-žumberačkog gorja, i u ostalim gorama Savsko-dravskog međuriječja dolazi gornja kreda kao istočnoalpinski flišni razvoj *gosavskih naslaga.* U Medvednici se sastoji sjeverni pojas gornjokrednih naslaga od fliša i rudistnih vapnenaca, uz slabiji razvoj gosavskih lapora, koji su oko Novaka i Poljanice bogati okaminama koralja i školjkaša. Gornja kreda južnog obronka nešto je različita, jer uz fliš (okolica Mikulića) dolaze bazalni konglomerati naslonjeni uz paleozojski rub gore, a preko njih leže sivi i crveni vapnenci (Veliki i Kraljevac potok) smjerom SI-JZ, prema jugoistoku u antiklinalnom položaju. U njima je dosele nađen samo jedan glavonožac roda *Pachydiscus* vrlo loše sačuvan. *(18.).* Sivi i crveni vapnenci Velikog potoka prelaze prema gore u pješčenjake tamne boje. Gosavske naslage dobro su razvijene na utoku Mikulić-potoka u Vrapčanski potok kao žuto bojadisani raspadljivi gosavski lapori s okaminama, a prelaze u konglomerate. U Kalničkoj gori preteže flišni razvoj, koji je gotovo bez okamina, a bogatiji je okaminama koralja i školjkaša vapnenački razvoj uz rub glavnog gorskog grebena Kalnika. U Papuku oko glavnog vrha i oko Jankovca razvijena je gornja kreda u obliku rudistnih svjetlosmeđih vapnenaca, kršnika i vapnenih lapora s pojavom dobro razvijenih morfologijskih oblika krša, kao ponikava, ponornica i orijaškog krškog vrela Jankovac. U Fruškoj gori izgrađuju gornjokredne naslage gotovo sve najviše dijelove gore od područja Jerakova na zapadu gore do južnog područja Stražilovskog brijega. U tom prostoru, kaže *A. Koch (36.)*, dolaze konglomerati, pješčenjaci, serpentinski kršnici, škriljave gline, lapori, vapnenci i dolomiti sa žilama kalcedona, pa ih označuje kao taložine istovetne s gosavskim naslagama istočnih Alpa. *J. Pethö (53.)* misli, da su gornjokredne naslage Fruške gore s okaminama znatno mlađe od gosavskih naslaga, i da su hipersenonske starosti, pa da su prema tome na granici gornje krede i eocena.

Za starost svih dosele spomenutih naslaga gornje krede istočnoalpinskog razvola možemo uzeti s *F. Kochom,* da su u glavnom iste starosti, koja seže od *gornjeg turona (Angoumiena) do gornjeg Campagniena s Inoceramus regularis. I. mülleri,* a u Fruškoj gori javljaju se i zastupnici *Maestrichtiena (Daniena) (42.).*

U sjevernoj i srednjoj Bosni pribrajali su gornjoj kredi široki i prostrani pojas ponajviše fliša, koji je prema najnovijim istraživanjima trijaske, jurske i kredne starosti *(50.).* Time se prostor, što ga zapremaju gornjokredne naslage znatno suzio, jer je velik dio fliša pripao starijim formacijama.

I razvoj bosanskih gornjokrednih naslaga pripada istočnoalpinskom gosavskom razvoju, pa se sastoji od vapnenaca, pješčenjaka, lapora, pršinastih i jaspisnih slojeva uz pratnju raznog vulkanskog kamenja. Najbolje su razvijene gosavske naslage oko Vlasenice i Kladnja s okaminama značajnim za gosavske naslage kao *Orbitotolina concava, Acteonella cf. renauxiana, Natica bulbifrens* i dr. Fliš gornje krede ovoga područja bez okamina je, pa je to bilo razlogom, da je velik dio bio krivo pribrojen gornjoj kredi.

Daleko veći prostor zapremaju naslage gornje krede vapnenačkog ili mediteranskog razvoja, koje su vezane na područje Dinarskoga krša. One se protežu tim krajevima u dva pojasa, primorski i kopneni pojas. Uži primorski pojas polazi iz Istre uzduž primorske strane Velike Kapele i Velebita, odakle prelazi preko Obrovca na Knin i Vrliku, gdje se sastaje s kopnenim pojasom, koji od Metlike prelazi na Malu Kapelu, Šator-planinu i Dinaru. Ovako združena oba pojasa protežu se prema jugu sve do Crne Gore i dalje kroz Albaniju u Grčku. Gornja kreda ovoga područja u glavnom je izgrađena od rudistnih vapnenaca i dolomita, koji uz gornjojurske grebenaste vapnence i kršnike stvaraju na tom području pojavu najljućega krša. Od rudnoga blaga na tom području od veće su rudarsko-gospodarske vrijednosti zemne smole i boksiti.

4. NOVO DOBA ILI KENOZOJIK

Naslage mladog doba u razvoju Zemlje važan su član u izgradnji područja naše države, gdje zapremaju u sjevernim i jugoistočnim dijelovima države znatne prostore, dok u ostalim dijelovima dolaze u manjem razvoju i razbacane u pojedine manje skupine na području raznih kotlina. Značajka je kamenja koje sastavlja formacije kenozojika, da je mekan u velikom dijelu tih naslaga, a samo razmjerno mali dio sastavljen je od tvrdoga kamenja. Mekano kamenje zastupano je laporima, pješčenjacima, pijescima, ilovinama i glinama, a tvrdo vapnencima, konglomeratima i pješčenjacima. Taložine ovoga doba dijele se u starije i mlađe; starije pripadaju formaciji *tercijara,* a mlađe formaciji *kvartara.*

TERCIJAR. Sve gorske kose sjevernog i sjeverozapadnog dijela države obavija plašt raznog tvrdog, a još više mekanog kamenja, koje pripada formaciji tercijara. U ostalom području države tercijarne naslage dolaze u većim ili manjim skupinama razdijeljene na razne kotline. Naslage tercijara od velike su gospodarske važnosti za državu, jer u njima nastupaju znatne količine smeđeg ugljena i lignita, koje se na brojnim mjestima rudarski iskorišćuju. Sveukupne naslage tercijara raspadaju se u dva odjela: u *stariji tercijar ili paleogen, i mlađi ili neogen.* Od starijeg tercijara zastupane su u nas samo dvije dobe: *eocen* i *oligocen,* dok su od neogena zastupane sve dobe, t. j. *miocen* i *pliocen.*

1. *Eocen*. Formacija eocena ili *numulitna formacija* (po okaminama numulita) kao najstariji dio tercijarnih naslaga našega područja vezana je na sjeverne krajeve Bosne i na primorske krajeve Dinarskih planina, a u sjeverozapadnim dijelovima Hrvatske dolaze u vrlo ograničenom razvoju. U ostalim područjima ne dolaze eocenske naslage. *Gorjanović* spominje zbirčicu numulita iz eocenskih naslaga okolice Lukšića kraj Šestina, ali kako sam kaže, nije mogao nigdje ustanoviti eocenske naslage *(18.)*. U sjevernim dijelovima Bosne zapremaju eocenske naslage znatne prostore u području Majevice planine, odakle prelaze prema sjeverozapadu uz Kozaru planinu preko Kostajnice u Zrinsko-dvorsku kotlinu sve do Gline i Petrinje, gdje se gube pod pokrovom neogenskih naslaga. Sastoje se pretežno od pješčenjaka (eocenski fliš), laporastih škriljavaca i škriljavih glina, a na nekim mjestima kao oko Doboja, u Kozari i oko Gline priključuju se vapnenci s numulitima i alveolinama. Eocenske naslage bosanskog područja bogate su okaminama, pa je na temelju tih okamina ustanovio *Oppenheim*, da pripadaju *srednjem eocenu.*

Daleko jačeg razvoja je eocen na području Dinarskoga krša, gdje obilno sudjeluje u izgradnji obale i većine otoka, t. j. proteže se od Istre sve do u područje grčke obalne zone. U uskom sinklinalnom pojasu povlači se od Klane preko Bakarskog zaljeva i Križišća u dolinu Vinodola, gdje kod Novoga prestaje, da se ponovno pojavi u vrlo neznatnom raširenju u uvali Dumboke kraj Sv. Jurja. Sastoji se od numulitnih i alveolinskih vapnenaca, u koje je uklopljen eocenski fliš, a sve zajedno sačinjava uzdužne sinklinale uklopljene u rudistne vapnence gornje krede, koliko na nekim otocima, toliko i na kopnu. Na nekim je mjestima bogat okaminama foraminifera, koralja, školjkaša, puževa i ježeva, kao kod Kosavina nedaleko Bribira u Dalmaciji i na nekim mjestima u Hercegovini (Avtovac, Gacko, Hum). Sve su ove naslage *srednjoeocenske starosti.*

Kod opisa kredne formacije spomenuto je, da se od Istre povlači kroz primorske krajeve sve do u južnu Hercegovinu uski slijed naslaga poznatih pod imenom *kozina-naslage liburnijske stepenice (64.)*. Svojevremeno pribrojili su te naslage gornjoj kredi, međutim su novija istraživanja temeljena na paleontologijskim podatcima pokazala, da pripadaju *donjem eocenu.* Sastoje se od laporastih i glinenih slojeva s kremenim vapnencima bogatim foraminiferima, kopnenim i slatkovodnim puževima i slatkovodnim vapnenačkim algama roda *Chara* i *Nitella*, a svoje su ime dobile po istarskom mjestu *Kozina* kraj Herpelja. Vrlo su nejednolično razvijene i raširene, što pokazuje, da su ti krajevi bili u donjem eocenu kopno, a zaostala su samo pojedina manja ili veća slabo slana mora, koja su kasnije postala slatka jezera, iza kojih su ostale kozina-naslage.

Od korisnog kamenja u eocenu važni su tvrdi vapneni lapori srednjeg eocena, koji su poznati pod imenom *tupine*, za proizvodnju cementa oko Splita i Velog Rata. U Majevici su eocenske naslage bogate dobrim ugljenom, koji se tamo i vadi.

2. *Oligocen.* Za trajanja oligocena nastala su na području države veća ili manja slatkovodna jezera iza kojih su ostale oligocenske taložine, kao u Hrvatskom Zagorju, Medvednici, Kalničkoj, Požeškoj i Fruškoj gori, pa u Papuku i Krndiji. Osobito jak razvoj tih naslaga nalazimo u Bosni, djelomice u Primorju. Sastoje se od dvaju istodobno nastalih nizova naslaga s raznim petrografijskim sastavom. Prvi niz sastoji se u pretežnom dijelu od slatkovodnih pješčenjaka, glina, pjeskovitih lapora i pijesaka s ulošcima ugljena, a k tome pridolaze u Bosni još i laporasti vapnenci. Naslage ovoga niza zapremaju oligocenska područja sjevernih dijelova države. Drugi niz sastoji se od konglomerata, glina i lapora s ulošcima ugljena, pa su ove naslage vezane na jugozapadne dijelove države oko Siverića, na podnožju Promine planine, a bez ugljenih uložaka dolaze uz primorsku stranu Velike Kapele oko Kozica, pa u Velebitu od Markova kuka iznad Starigrada do Triblja ispod Karlobaga. Manje raširenje tih naslaga dolazi na kopnenoj strani Velike Kapele i Velebita u prostoru Plašćice jugoistočno od Brinja u obliku konglomerata, pa oko Drniša gdje zapremaju znatne prostore, a dobile su ime po Promini planini *promina-naslage*, dok naslage prvog niza nazivlju sotzka naslagama po istoimenom mjestu u Štajerskoj.

Oligocenske naslage od velike su gospodarske važnosti za državu, jer u njima dolaze glavna nalazišta smeđeg ugljena u državi u slatkovodnim oligocenskim naslagama brojnih kotlina kao u Zeničko-sarajevskoj kotlini, oko Teslića, Banje Luke, Žepča, Novog Šehera, oko rijeke Usore, oko Dervente, Kotor Varoši, i na ostalim vrlo brojnim mjestima Bosne. U Hrvatskom Zagorju dolaze oligocenski ugljenonosni slojevi oko Strahinja, Gjurmanca, Hlevce, Jesenja, Radoboja i Golubovca; u Kalničkoj gori u dolini Ljube i Hruškovca potoka; u Krndiji kraj Gradišta i Mitrovca; u Fruškoj gori oko Vrdnika. U promina-naslagama Dalmacije kod Siverića dolaze obilne naslage ugljena. Okamina biljnih i životinjskih ima u svima naslagama oligocena diljem njihova raširenja čas obilnije, čas manje, pa su od životinja osobito dobro zastupani školjkaši, a manje puževi, dok je flora često vrlo obilna.

3. *Miocen.* Nakon oligocena došlo je u sjevernim dijelovima države do ponovne poplave (transgresije) slanog mora, koje je zašlo od istočnih Alpa u Panonsku kotlinu, kojoj su naši sjeverni krajevi sačinjavali južni rub. Miocensko more ostavilo je na poplavljenom području svoje taložine, koje su značajne radi svog jednoličnog razvoja litotamnijskih vapnenaca, vapnenih lapora, pješčenjaka i glinenih lapora. Ovi petrografijski članovi javljaju se

po svim mjestima miocenskih naslaga, pa sastavljaju u izmjeničnom redu sve tri stepenice miocena t. j. *donji (Burdigalien), srednji (Helvétien)* i *gornji miocen (Sarmatien).*

Donji miocen ili *Burdigalien* javlja se dosta rijetko, jer je obično prekriven debelim naslagama mlađeg miocena, a sastoji se redovno od smeđih pješčenjaka s uloščima smeđeg ugljena. U tome obliku kao *hornerske naslage* dolazi u Hrvatskom Zagorju u nejasnom prijelazu iznad oligocenskih naslaga Putkovca kraj Gjurmanca, Strahinja i Radoboja, zatim kao pršinasti pješčenjak nazvan *maceljski pješčenjak* Macelj-gore, i napokon kao pršinasti konglomerat i lapor Bidrovca i Čučerja kraj Zagreba. Na ostalim područjima države nisu dosele poznate naslage donjeg miocena. Okamine su u tim naslagama dosta rijetke, a dolaze glavonošci, ramenonošci, školjkaši i ježevi, rjeđe puževi.

Srednji je miocen ili *Helvétien* najbolje razvijeni član miocena, pa ga stoga nalazimo gotovo uza sve rubove gora sjevernog dijela države, do crte južni obronci Majevice — Prosare i Kozare, odakle zalazi preko Kostajnice u Glinsko Pokuplje. Naslage srednjeg miocena u nas sačinjavaju tvrdi vapnoviti lapori i laporaste gline, koji slojevi odgovaraju badenskim glinama bečke tercijarne kotline, a dosta su rijetko vidljivi, jer su obično prekriveni mlađim slojevima miocena. U malom prostoru dolaze u Desinićkoj i Kuna-gori, kod Putkovca sjeverozapadno Brezovice, u Medvednici u dolini potoka Vrapče, uz lijevu stranu potoka Dolje nedaleko Sutjeske, u Kalničkoj gori, uz sjeverni rub Ljubela i u Krndiji uz južni rub stare krndijske ceste sjeverno od Gradišta.

Ove su naslage u pretežnoj česti prekrivene debelim slojevima *litavskih naslaga,* koje sačinjavaju glavni dio srednjeg miocena uopće na području države. Sastoje se od litavskog ili litotamnijskog vapnenca, koji je obalna tvorevina bogata vapnenačkim algama, i raznim ruševinskim tvorivom s obiljem okamina velikih školjkaša roda *Ostrea* i *Pecten,* brojnih vrsta puževa i ježeva roda *Clypeaster,* a na nekim mjestima kao u Kalničkoj i Dilj-gori dolaze brojni primjerci foraminifera, napose roda *Amphistegina.* Puževima je osobito bogat ovaj odjel miocena u Samoborskoj gori na Zaprešić bregu i u Glinskom Pokuplju između Lasinje i Kirina, pa u Zrinsko-dvorskoj kotlini. Litavske su naslage raširene po svim gorama sjevernog dijela države do spomenute crte u Bosni u većem ili manjem raširenju. Bazalni su član srednjeg miocena konglomerati sastavljeni od većih ili manjih kremenih valutica s okaminama velikih oštriga i pektena, koji su u debljim naslagama tvrdi i stjenoviti, dok se u tanjim raspadaju u šljunak i pijesak. Ti su konglomerati osobito dobro razvijeni na području raširenja litavskih naslaga od Petrovskoga preko Krapine — Čuka — Veternice i Veterničke gore, pa u još većem opsegu u zapadnim i istočnim dijelovima Kalničke gore. U manjem razvoju dolaze u sjeveroistočnom dijelu Samoborske gore oko Ponikava i u Dilj-gori oko Matković Male, Graca iznad Odvorčića i Lipovice brijega, a u okolici Zdenaca dolaze uz njih još i pješčenjaci.

Nakon srednjeg miocena došlo je ponovno do postepenog zaslađivanja mora u *gornjem miocenu* ili *Sarmatienu,* pa su ta mora ostavila svoje taložine u obliku pješčenjaka, a rjeđe lapora s brakičnom faunom. Sarmatske ili ceritijske naslage redovni su pratioci litavskih naslaga, pa leže na njima konkordantno obično u vrlo uskom pojasu. Osobito su dobro razvijene u Samoborskoj gori, Hrvatskom Zagorju i Medvednici, gdje je u tim naslagama nađena bogata fauna riba u Dolju kraj Podsuseda, Sv. Nedjelji i Plješivici (*11.*), pa flora Dolja, Sv. Nedjelje (*49.*) i Radoboja. Osim toga nađen je u tim naslagama Dolja *zagrebački kitovac,* a u onima Radoboja brojni kukci. U manjim raširenjima dolaze u ostalim gorama obično u obliku drobljivih pješčenjaka krupnijeg zrna.

4. *Pliocen.* Na prostoru miocenskih naslaga leži širok pojas *pliocenskih naslaga* sastavljenih od vapnenih lapora *pontijske stepenice* i od sivih ili smeđih lapora ,pijesaka, pješčenjaka i glina *kongerijskih* i *levantinskih naslaga.*

Naslage pontijske stepenice dolaze u svima gorama sjevernih dijelova države čas u većem, čas u manjem razvoju, obično vrlo tankog sloja s rijetkom zakržljalom faunom rodova *Limnocardium, Limnaeus* i *Planorbis.* Nalazimo ih i u srednjim dijelovima države po raznim kotlinama, gdje su redovno naslagane uz rubove pojedinih kotlina. U svima tim područjima leže na njima debeli slojevi kongerijskih naslaga sa značajnom faunom rodova *Congeria, Limnocardium* i *Valenciennesia.* Na njima leži u Slavoniji i sjevernoj Bosni niz slatkovodnih taložina levantinskih naslaga s velikim brojem preostataka jezerske faune, od koje se osobito ističu brojem primjeraka obitelji *Paludina (Vivipara)* i *Unionida* s brojnim vrstama i suvrsticama.

Naslage neogena t. j. miocena, a pogotovo pliocena od velike su gospodarske važnosti, jer u njima dolaze brojni ugljeni ulošci. Tako dolazi dobar smeđi ugljen u miocenskim naslagama Hrvatskoga Zagorja i sjeverne Bosne, pa na ovom potonjem području oko Tuzle dolaze i obilna slana vrela. Pliocenske naslage obiluju debljim ili tanjim uloščima lignita, koji se na brojnim mjestima iskorišćuje, kao u Hrvatskom Zagorju, Bilo-gori, Moslavačkoj i Dilj-gori, pa uz južne obronke Psunja i Požeške gore. U Bosni ima dobrog ugljena u tim naslagama oko Tuzle, u istočnoj Bosni, uza Spreču i u području Krnina *(22.).*

KVARTAR. Najmlađe naslage geologijske prošlosti našega područja pripadaju *kvartarnoj formaciji,* i to njezinu donjem odjelu ili *diluviju,* dok u gornji odjel ili *aluvij* spadaju naslage današnjice. Diluvij nazivlju još i ledenjačkom dobom, jer je za trajanja diluvija došlo do zaleđivanja velikoga dijela sjeverne

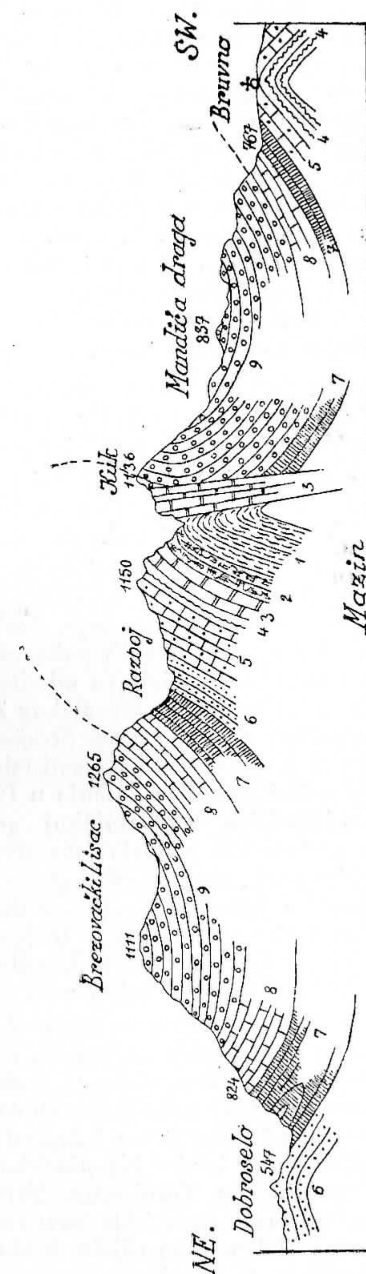
Evrope i područja Alpa tako, da su se po nekoliko puta izmjenjivale ledenjačke dobe s dobama kada je zaleđivanje donekle popustilo, t. j. za trajanja međuledenjačkih doba, kada je vladala klima slična današnjoj. Iako nisu naši krajevi bili zahvaćeni izravnim zaleđivanjem, osim nekih planina na jugu države, to je ipak razdoblje diluvija ostavilo na području naše države obilnih vidljivih tragova. Doba diluvija bilo je osobito bogato oborinama, pa su oborinske vode zajedno s ostalim čimbenicima rastrožbe proizvele veliko djelo razaranja gorskih dijelova, i snijele materijal u slatkovodno Panonsko more. Nakon povlačenja Panonskoga mora zaostale su uz rubove naših gora sjevernog dijela države znatne taložine ilovina, glina, pijesaka i šljunka, koje naslage zapremaju znatne površine plodnog i kulturama obrađenog tla. U krajevima krša, gdje su pod uplivom oborinske vode stajali tvrdi vapnenci, zaostale su samo obronačne ilovine, a u primorskim stranama zemlja crljenica i bujični kršnici kao taložine diluvija. U nekim dijelovima najsjevernijeg područja države, kao na istočnim obroncima Kalničke gore, na Bilo-gori, u Đakovštini i Fruškoj gori taložen je vjetrom sitan pijesak, od kojega su postale naslage *prapora* ili *lesa,* u kojemu dolazi obilje preostataka diluvijalnih stepskih životinja mamuta, nosorošca, jelena i pragoveda.

U znanstvenom svijetu poznate su diluvijalne naslage Krapine s vrlo bogatim nalazištem ostataka *pračovjeka* neandertalske rase, njegovom kulturom paleolitske starosti, i obiljem životinjskih preostataka suvremenika pračovjeka kao merkijevog nosorošca, spiljskog medvjeda, dabra, spiljske hijene, vuka i drugih sisavaca.

II. TEKTONSKA IZGRADNJA PODRUČJA NEZAVISNE DRŽAVE HRVATSKE

Odnošaj između nizina i gorskih uzvisina na području Nezavisne Države Hrvatske pokazuje, da su sjeverni dijelovi države u većini nizinskog značaja, koji je izražen Podravinom, Posavinom i dijelom Podunavlja kao sastavnim dijelovima velike Panonske potoline. Ostali dio sastavljen je od gorskih nizova, koji sačinjavaju pojedine gorske skupine, od kojih svaka nosi zasebne petrografijske i tektonske značajke. Iako su sve naše planine u mjesnoj tektonici pojedinih skupina jedna o drugoj neovisne, te u pogledu cjelokupne tektonske izgradnje odnosno u pogledu njihova postanka ili orogeneze pripadaju sve *alpinskom orogenu* (grč. oros = gora, genesis = postanak), a možda samo jedan uski dio jadranske obale s otocima pripada *mediteranskom* ili *sredozemnom orogenu.*

Koncem kredne formacije poprimili su tektonski pokreti u Alpama jak zamah, pa je tektonska djelatnost u tercijaru još više porasla, postigavši u neogenu svoju najveću djelatnost. Tom prili-



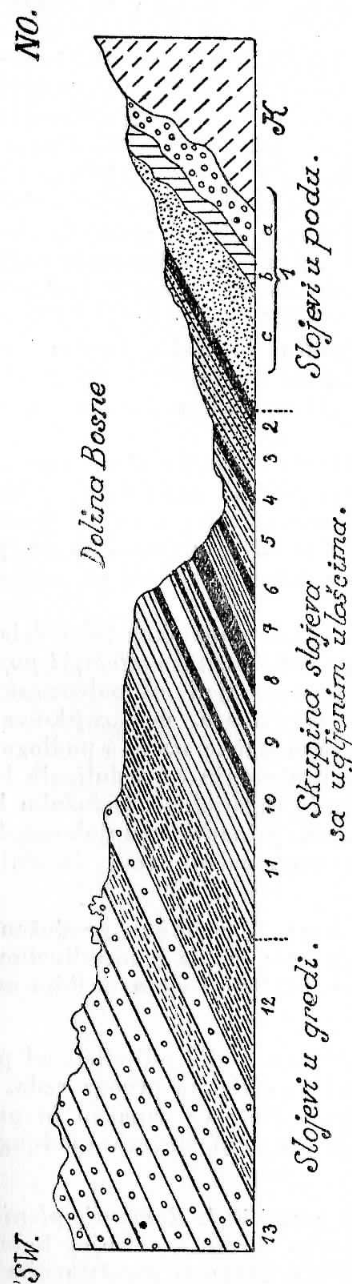
Sl. 2. Geologijski prerez od Dobrosela preko Mazina do Bruvna u Lici pravcem sjeveroistok-jugozapad. *1—2 = donje i gornje verfenske naslage; 3—6 = srednji trijas; 7—8 = jura. Kod Bruvna se vidi antiklinala uspravne bore, a kod Dobrosela antiklinala kose bore; na ovoj leži polegla ili ležeća bora. Ispod Mandić-drage je sinklinala; iznad Razboju zračno sedlo ili antiklinala; uz Kuk nalazi se rasjed uz koji su usjele verfenske naslage, čije je desno krilo usjelo niz pukotinu, pa stoga na njima leži ljušturni vapnenac. Po F. Kochu.*

kom odijeljena su od Alpa dva luka, *alpinsko-karpatski* smjerom prema sjeveroistoku, i *alpinsko-dinarski* smjerom jugoistočnim. Ovaj potonji sastavljen je u svom protezanju u glavnom od uzdužnih boranih nizova, koji su u pravcu pružanja razdijeljeni poprečnim lomovima u ploče ili pojaseve. Skrajnji unutarnji pojas ovoga luka sačinjavaju gorske otočne skupine Savsko-dravskog međuriječja koje su na jugu odijeljene velikim lomom od bosanske ploče. Ovaj je lom prouzrokovao s jedne strane usjedanje sjevernih dijelova Motajice i Prosare planine, a s druge strane nagib srednjoslavonskih gora prema jugu. Označen je jasno prostranom dolinom rijeke Save. Usporedno s ovim lomom ide drugi veliki lom dolinom rijeke Drave, koji je odijelio hrvatsko-slavonske gore od madžarskog međugorja, a koji stvara granicu između dinarskog pojasa i madžarskog međugorja odnosno karpatskog luka.

U vezi s ovim lomovima došlo je na tom području i do drugih jakih poremećaja (dislokacija), koji se očituju u tektonskim pukotinama, koje više ili manje idu okomito na smjer glavnih lomova.

Te su dislokacije oni čimbenici, koji su za doba najjačih tektonskih pokreta od gornje krede do u neogen oblikovali na tim područjima pojedine gorske nizove, davši im u glavnom lice kakvo nam danas pokazuju. Sve gore Savsko-dravskog međuriječja po svojoj su tektonskoj izgradnji prema tome *strši* ili *timori* (Horst), uz čija su podnožja taložene neogenske naslage. Uzduž tih dislokacija došlo je za doba najjačih orogenetskih pokreta spomenutog područja do čestih izljeva magme. Tih izljeva mlađeg vulkanskog kamenja nalazimo vrlo često na području Hrvatskog Zagorja, gdje nastupaju miocenske andezitne erupcije kod Straže, Lepoglave, Strahinja, Ivanca, dok su čini se pliocenske starosti izljevi liparitne magme daciti, lipariti i felsodaciti okolice Jesenja u Ivančici, Možđenca, Jabernog vrha i Ljubešćice u Kalničkoj gori. I dalje prema istoku susrećemo vulkanskih provala iste starosti na sjevernom obronku Moslavačke gore, gdje dolazi tamni porfirit, zatim augitni andezit Rupnice potoka južno od Vočina, južno od Požege, pa Matković-male, Gradca i Crnog potoka u Dilj-gori, kremeni bazalt Lončarskog visa, Visa i Bedemgrada u Krndiji, i konačno trahiti kod Rakovice, Vrdnika i Petrovaradina u Fruškoj gori.

U uskoj vezi s vulkanskim pojavama ovoga područja stoje i brojna topla i hladna rudna vrela, koja su vezana na spomenute dislokacije. Osobito su brojna termalna vrela na području Hrvatskog Zagorja, koja su poredana uzduž nekoliko tektonskih pravaca. Niz tih vrela započinje na zapadu Smrdećim i Jagunićevim Toplicama, pa se nastavlja dalje prema istoku Krapinskim, Šemnicom, Sutinskim, Stubičkim, Varaždinskim Toplicama, Topličicom kod Gotalovca, Kamenicom kod Novog Marofa i hladnim rudnim vrelom Apatovcem u Kalničkoj gori. U istočnom dijelu Međuriječja ti su izvori već rjeđi, pa se javljaju u pojedinim gorskim skupinama



Sl. 3. Prosjek kroz ugljonosnu kotlinu Zenice. K = kredno temeljno gorje; 1—11 raznovrsne naslage oligocena; 12, 13 = naslage miocena; 2, 4, 6, 8 i 10 ulošci smeđeg ugljena. Po F. Katzeru.



Sl. 4. Poprečni prerez kroz Motajicu planinu: 1 = granit; 2 = pojas gnajsa i tinječevih škriljavaca; 2' = amfibolitno kamenje; 3 = pojas brusilovaca (filita); 4 = eocenski pješčenjak; 5 = pliocenske kongerijske naslage; 6 = levantinski ili diluvijalni šljunak i pijesak; 7 = dolinski kvartar. — S = lom uz rijeku Savu. Po F. Katzeru.

kao Daruvarske Toplice, Lipik, Velika, Đakovačka Breznica i Stari Slankamen.

Južno od Save povlači se kroz sjevernu i jedan dio istočne Bosne pojas *serpentinskoga kamenja* nazvan i pojasom *mezozojskog zelenoga (ofiolitnog) kamenja*, koji se pruža prema sjeverozapadu preko Kostajnice, zahvatajući još Samoborsku goru i dio Medvednice. Ovaj je pojas tektonski označen osobito jakim izljevima vulkanskoga kamenja razne, pretežno mezozojske starosti, nadalje škriljno-rožnjačkim kamenjem i diskordancijom gornjokrednih naslaga gosavskog razvoja *(47.)*. Od vulkanskoga kamenja sudjeluje u izgradnji ovoga pojasa gabro, peridotit, serpentin, troktolit, dijabaz, melafir, piroksenit, pa amfibolni i piroksenski škriljavci uz ostatke jurskih sedimenata škriljavaca, rožnjaka, jaspisa i radiolita. Ovaj pojas zahvata, kako smo gore spomenuli, i u panonsku Hrvatsku, gdje je označen također serpentinskim kamenjem, ali ne u onom opsegu kao u Bosni.

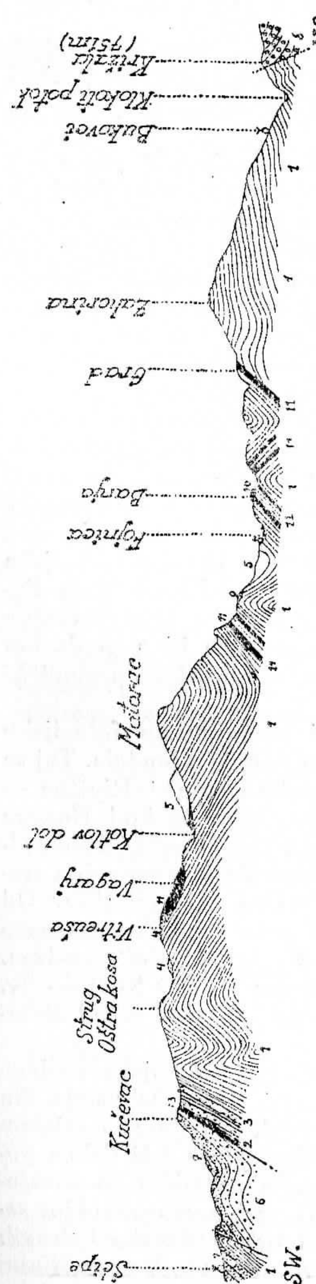
Uz ovo starije vulkansko kamenje dolazi u Bosni u tome pojasu i nešto mlađeg vulkanskoga kamenja, kao augit andezita kod Maglaja i dacita između Nemile i Begova Hana u dolini Bosne. I tu se javljaju topla i hladna rudna vrela u znatnom broju, pa se brojem ističu razni kiseljaci, koji se susreću gotovo na svakom koraku.

U daljnjoj tektonskoj izgradnji alpinsko-dinarskog luka dolazi zapadno od serpentinskog pojasa *unutarnjobosansko-albanski pojas* u smislu Kossmatovom *(47.)*, koji je sastavljen od paleozojskih škriljavaca, pješčenjaka, verfenskih škriljavaca, mezozojsko-vapnenačkog niza, pa od južno alpinske vapnenačke serije s podlogom paleozojskom. Sastavljen je u svome protezanju od izduljenih boranih nizova, koji su u smjeru pružanja razdijeljeni uzdužnim lomovima u gorske ploče. Ovom pojasu pripada srednjobosansko škriljno gorje i dva niza bosanskih vapnenačkih gora, istočni i zapadni.

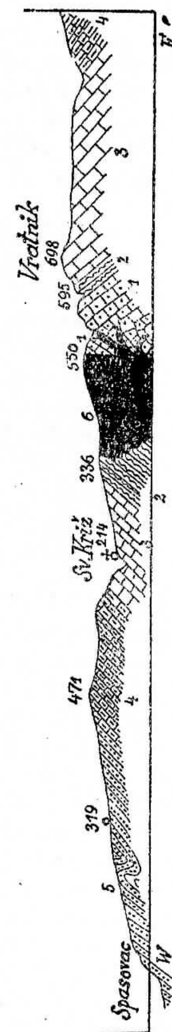
Srednjobosanski škriljni niz nastupa u velikom produženju između obostrano ležećih vapnenačkih masa trijasa u antiklinalnom slijedu paleozojskih naslaga s normalno ležećim vapnenačkim mezozojskim gorjem.

Zapadni niz bosansko-vapnenačkih gora nije odijeljen od pojasa Visokoga krša nikakvim tektonskim oblicima prvoga reda. U svome južnom dijelu oko gornjeg toka Neretve označen je premakom trijasa preko eocenskog fliša pravcem sjeverozapad-jugoistok protežući se u Crnu Goru.

Istočni niz bosansko-vapnenačkih gora ili *niz Romanije planine* istočno od Sarajeva sačinjava unutarnju stranu središnjeg bosanskog škriljnog prodora, pa se nastavlja pravcem jugoistočnim u Rašku i dalje do Peći. Na cijelom tom području nailazimo u nizo-



Sl. 5. Poprečni prerez kroz srednje bosansko gorje, izveden od ruba ugljonosne kotline Zenica—Sarajevo kod Busovače na sjeveroistoku kroz arhajski pojas preko područja Zahor i 1939 m visokog Matorca do u područje usjelog perma kod Šćipe istočno od Prozora na sjeverozapadu. Dolina Klokota je lomna linija s mineralnim vrelima. 1 = brusilovci (filiti); 2 = glineni škriljavci; 3 = smeđi tinjčasti škriljavac; 4 = kremenasto kontakno metamorfno kamenje; 5 = vapnenci i dolomiti; 6 = šareni konglomerati (verukano); 7 = crveni pješčenjaci i pjeskoviti škriljavci (gredenske naslage); 8 = kopneni oligomiocen Zeničko-Sarajevske ugljonosne kotline; 9 = kameni balvani erratskog podrijetla; 10 = sedra ili vapneni mačak; 11 = kvarcporfir, pretežno škriljav.



Sl. 6. Poprečni prerez preko sjevernog Velebita kod Vratnika iznad Senja. 1. = diploporni vapnenac kasijanskih naslaga; 2 = raznobojni i pretežno crveni škriljavci rabeljskih naslaga; 3 = glavni dolomiti norijske stepenice; 5 = titonski i gornjojurski kladokoropsis vapnenci i 6 = amfibolski porfirit. Po F. Kochu.

vima škriljavaca i vapnenaca na ostatke krnj-ploče neogenskih naslaga, koje su na mjestima jako bogate ugljenom.

Oba spomenuta niza uzimlju se u novije vrijeme pod zajedničkim imenom kao *unutarnjo-dinarsko korito*, koje se povlači kroz unutarnji dio Dinarida iz Bosne kroz Srbiju dalje prema jugoistoku.

Prema zapadu prelazi unutarnjobosansko-albanski pojas bez većih tektonskih poremećaja u pojas *hrvatsko-crnogorskog Visokoga krša*. Tektonske se pojave zapažaju samo u neretvanskom prodoru zapadno od Konjica u obliku pregiba (fleksure), a tek južnije leži unutarnjo-dinarski pojas kao pokrovna bora preko pojasa Visokoga krša, dok sjeverno od Neretve ne postoji nikakva tektonska granica *(50.)*.

Kao sastavni dio alpinsko-dinarskoga luka i ovaj je pojas pretvoren pod utjecajem orogenetskih učinaka u izduljene usporedne gorske nizove smjera sjeverozapad-jugoistok. Usporedno s ovim izgrađujućim silama nastao je na tom području cio niz *poprečnih prodora* na smjer dinarskoga pravca ,koji brojno nastupaju uzduž obale u okomitom smjeru na smjer obalne crte. Takve su prodorne doline tok Rječine, izliv Martinšćice, dolina Dubračine potoka kod Crikvenice, zaljev Novljanski, Toplo, Žrnovnica, Dumboka, Senjska draga, Zavrtnica. Kranjkova draga, Kozjača, Velika i Mala Paklenica, dolina Zrmanje, Krke, Cetine, Neretve i Dubrovačke rijeke. Sve su ovo doline sa stalnim vodotocima ili s poplavom mora, osim Dubračine i Senjske drage, kojima protječu periodički vodotoci.

Sjeverozapadni dio toga pojasa nosi osebujnu morfologijsku značajku u obliku uzdužnog *jamastog loma* zvanog Vinodola. Taj se dvostruki lom proteže od sjeverne Istre preko Klane — Rječine — Drage — Bakra i Križišća kroz Vinodol, gdje se kod Novoga svršava u moru. Oba krila ovoga loma izgrađena su od gornjokrednih vapnenaca, na kojima leže eocenski numulitni vapnenci, a sredinom jame povlače se pjeskovito laporaste naslage fliša. Od Novoga do Sv. Jurja obala je izgrađena od gornjojurskih vapnenaca i kršnika, a od Sv. Jurja dalje opet od gornjokrednih naslaga. Prema tome su naslage gornje krede i eocena na crti Novi — Sv. Juraj potonule, ostavivši tek maleni eocenski ostatak iznad Dumboke južno od Sv. Jurja.

Jezgru ovoga pojasa sačinjavaju mlađe paleozojske naslage Gorskoga Kotara, Velebita i Like, sjeverne i južne Dalmacije. Na njih se diskordantno naslanjaju naslage donjega trijasa, a dijelom i srednjeg, izuzev Gorski Kotar. Preko tih naslaga leži debeo pokrov vapnenaca i dolomita, počevši od srednjeg trijasa do gornjokrednih rudistnih vapnenaca i kršnika. U vezi s vapnenačkim sastavom ovog pojasa, kao i u povodu tektonskih učinaka i drugih izvanjskih sila, pospješen je razvoj krša sa svim svojim značajnim morfologijskim oblicima. Unatoč dosta jakog tektonskog djelovanja na tom području vulkanska je djelatnost bila razmjerno vrlo slaba. Mlađe vulkansko kamenje dosada je vrlo slabo poznato. Osim *augitnog andezita* Vrata između Vran-planine i Čvrsnice u hercegovačkom Kršu poznat je jedino još *bazalt* Čemerikovca južno od Donjeg Pazarišta u Velebitu. Nešto obilnije zastupano je starije vulkansko kamenje, i to dijabazni porfirit kod Benkovca, u dolini Lepenice potoka kod Fužina, amfibolski porfirit Vratnika iznad Senja, neodređena vrst vulkanskog kamena u području Štirovače, dijabazni porfirit jugoistočno od Oštarija, kod Zrmanje, Knina, Zagrovića, Plavna i Strumice, pa diorit Sinja i Vrlike.

Uski dalmatinski niz eocenskih naslaga kao sastavni dio *jadransko-jonskog pojasa* proteže se od sjeverozapadne Istre preko otoka, pa preko Dinjiške prevlake obalom do južne granice države. Ovaj se niz sastoji od uskih sinklinalnih bora eocenskog pješčenjaka uklopljenog u alveolinsko-numulitne vapnence, a sve ovo uklopljeno je opet u gornjokredne rudistne vapnence i dolomite. U ovom su pojasu za trajanja pliocena bili vrlo živi orogenetski pokreti, iza kojih je slijedilo prelaganje jadranskoga korita (geosinklinale) nešto prema istoku. More je zašlo u kopno, t. j. u dijelove erozionih dolina, stvoreni su kanali i zaljevi, odijeljeni su gorski nizovi od kopna, nakon čega je proizašla tako značajna geomorfologijska slika današnje jadranske obale i susjednih otoka.

Vulkansko djelovanje na području ovoga pojasa bilo je vrlo neznatno i ograničeno na izljeve starijeg vulkanskog kamenja kao dijabaza, pa augitnog porfirita u glavnom na nekim otocima.

LITERATURA

1. Bassani F.: Descrizione dei pesci fossili di Lesina. Denkschriften der math. naturwissensch. Classe der Akadem. der Wissensch. Bd. XLV. Wien. 1883.
2. Beck D.: Lias bei Vareš in Bosnien. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. 53. p. 473. Wien. 1904.
3. Bittner A.: Brachiopoden und Lamellibranchiaten aus der Trias von Bosnien, Dalmatien und Venetien. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. LII. p. 495. Wien. 1903.
4. Bukowski G.: Zur Stratigraphie der süddalmatinischen Trias. Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien. 1896. p. 379.
5. Bukowski G.: Beitrag zur Geologie der Landschaften Korjenići und Klobuk in der Hercegovina. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. LI. p. 159. Wien. 1901.
6. Bolkay J. St.: Mesophis Nopcsai n. g. sp.; ein neues schlangenähnliches Reptil aus der unteren Kreide (Neocom) von Bilek-Selišta. (Ost Hercegovina). Glasnik Zem. Muzeja za Bosnu i Hercegovinu. Sv. XXXII. p. 126. Sarajevo. 1925.
7. Čurčić Stj.: Zrinjsko-Dvorska neogenterciarna kotlina. Rad jugoslav. akademije. Knj. 137. Zagreb. 1898.
8. Furlani M.: Die Lemeš-Schichten. Ein Beitrag zur Kenntnis der Juraformation in Mitteldalmatien. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. LX. p. 67. Wien. 1910.

9. Diener C.: Gornjo trijadička fauna cefalopoda iz Bosne. Glasnik Zem. Muzeja za Bosnu i Hercegovinu. Sv. XXVIII. Sarajevo. 1916.

10. Gorjanović-Kramberger: Die Jungtertiäre Fischfauna Croatiens. Beiträge zur Palaeontologie Oesterreich-Ungarns. I. u. II. Teil. Bd. II. Heft 4. Bd. III. Heft 2. Wien. 1882-1883.

11. Gorjanović D.: Aigialosaurus novi gušter iz krednih škriljeva otoka Hvara. Rad jugoslav. akademije. Knj. CIX. Zagreb. 1892.

12. Gorjanović D.: Geologija gore Samoborske i Žumberačke. Rad jugoslav. akademije. Knj. 120. Zagreb. 1894.

13. Gorjanović D.: Geologija okolice Kutjeva. Rad jugoslav. akademije. Knj. 131. Zagreb. 1897.

14. Gorjanović D.: De piscibus fossilibus Comeni, Mrzleci. Lesinae et M. Libanoni, et appendix de piscibus oligocoensis ad Tüffer, Sagor et Trifail. Djela jugoslav. akademije. Knj. XVI. Zagreb. 1895.

15. Gorjanović D.: Geološka prijegledna karta Hrvatske i Slavonije: Tumač geološkoj karti Rogatac-Kozje. Zagreb. 1904.

16. Gorjanović D.: Prijegledna geološka karta Hrvatske i Slavonije. Tumač geološkoj karti Krapina-Zlatar. Zagreb. 1904.

17. Gorjanović D.: Prijegledna geološka karta Hrvatske i Slavonije: Tumač geološkoj karti Zagreb. Zagreb. 1908.

18. Havelka V.: Einige geol. Beobachtungen über das Gacko Polje und seine Umgebung. Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien. 1905. p. 113.

19. Hauer Fr.: Die Cephalopoden des bosnischen Muschelkalkes von Han Bulog bei Sarajevo. Denkschriften d. k. mathem.-naturwissenschaft. Klasse der Akademie der Wissenschaften. Bd. 54. Wien. 1887.

20. Katzer Fr.: Geologische Übersicht von Bosnien und der Hercegovina. Geolog. Führer der Excursionen durch Bosn. und Herc. Sarajevo. 1903.

21. Katzer Fr.: Historijsko razvijanje i današnje stanje geološkog proučavanja Bosne i Hercegovine. Glasnik Zem. Muzeja za Bosnu i Hercegovinu. Ss. XVI. i XVIII. Sarajevo. 1904.-1906.

22. Katzer Fr.: Prilozi paleontologiji Bosne i Hercegovine. Glasnik Zem. Muzeja za Bosnu i Hercegovinu. Sv. XXVIII. Sarajevo. 1916.

23. Katzer Fr.: Geologie Bosniens und der Hercegovina. I. Bd. 1. u.2. Hälfte. Sarajevo 1925.

24. Kerner F.: Kreidenpflanzen von Lesina. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. XLV. p. 37. Wien. 1896.

25. Kišpatić M.: Prilog geoložkom poznavanju Psunja. Rad jugoslav. akademije. Knj. 109. p. 124. Zagreb. 1892.

26. Kišpatić M.: Kristalinsko kamenje serpentinske zone u Bosni. Rad. jugoslav. akademije. Knj. CXXXIII. p. 95. Zagreb. 1897.

27. Kišpatić M.: Nastavak bosanske serpentinske zone u Hrvatskoj. Rad jugoslav. akademije. Knj. 139. p. 44. Zagreb. 1899.

28. Kišpatić M.: Die krystallinischen Gesteine der Moslavačka Gora in Croatien. Annales géologique de la Péninsule Balkanique. Tome V. Belgrade. 1900.

29. Kišpatić M.: Brucitamphibolit aus Krndija in Kroatien. Centralblatt für Mineralogie. Geol. u. Palaeont. 1900. p. 154. Stuttgart. 1900.

30. Kišpatić M.: Disthen-, Sillimanit- und Staurolitführende Schiefer aus dem Krndija-Gebirge in Kroatien. Centralbratt für Mineralogie, Geologie etc. p. 578. Stuttgart. 1912.

31. Kišpatić M.: Kristalinsko kamenje Kalničke gore. Rad Jugoslav. akademije. Knj. 200. p. 161. Zagreb. 1913.

32. Kišpatić M.: Dacit od Možđenca kod Novog Marofa. Rad jugoslav. akademije. Knj. 179. p. 63. Zagreb. 1909.

33. Kišpatić M.: Bauxite des kroatischen Karstes und ihre Entstehung. Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. Beilageband XXXIV. p. 513. Stuttgart. 1912-13.

34. Kittel E.: Die Cephalopoden der oberen Werfener Schichten von Muć in Dalmatien, sowie von anderen dalm., bosnisch-hercegov. und alpinen Lokalitäten. Abhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. XX. Wien. 1903.

35. Kittel E.: Geologie der Umgebung von Sarajevo. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Bd. LIII. p. 515. Wien. 1903.

36. Koch Antal: Geologie der Fruschka Gora. Mathem. und Naturwissensch. Berichte aus Ungarn. Bd. XIII. p. 45. Budapest. 1895.

37. Koch F.: Prijegledna geološka karta Hrvatske i Slavonije: Tumač geolog. karti Kloštar Ivanić-Moslavina. Zagreb. 1906.

37. Koch F.: Isto: Tumač geolog. karti Daruvar. Zagreb. 1908.

39. Koch F.: Isto: Tumač geolog. karti Medak-Sv. Rok. Zagreb. 1909.

40. Koch F.: Isto: Tumač geolog. karti Gračac-Ermain. Zagreb. 1914.

41. Koch F.: Isto: Tumač geolog. karti Knin-Ervenik. Zagreb. 1914.

42. Koch F.: Die oberen Kreideschichten des Kalnik-Gebirges in Kroatien. Glasnik Hrvatskog prirodoslov. društva. God. XXX. Zagreb. 1918.

43. Koch F.: Tumač geološkoj karti Karlobag-Jablanac. Posebna izdanja geolog. zavoda u Zagrebu. Knj. I. Zagreb. 1929.

44. Koch F.: Tumač geolog. kartama Sušak-Delnice i Ogulin-Stari Trg. Povremena izdanja geolog. inst. Kr. Jugoslav. Beograd. 1933.

45. Kornhuber A.: Über einen neuen Saurier aus Lesina. Abhandlungen d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. V. und Bd. XII. Wien. 1873. u. 1901.

46. Kornhuber A.: Opetiosaurus bucchichi. Eine neue fossile Eidechse aus der unteren Kreide von Lesina in Dalmatien. Abhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. XVII. Heft 5. Wien. 1901.

47. Kossmat F.: Geologie der zentralen Balkanhalbinsel mit einer Übersicht des dinarischen Gebirge. Die Kriegschauplätze 1914-1918. geolog. dargestellt. Heft 12. Berlin 1924.

48. Milojković M.: Stratigrafijski pregled geolog. formacija u Bosni i Hercegovini. Povremena izdanja geolog. zavoda u Sarajevu. Sv. II. Sarajevo. 1929.

49. Pilar G.: Flora fossilis Susedana. Djela jugoslav. akademije. Knj. IV. Zagreb. 1883.

50. Pilger An.: Paläogeographie und Tektonik Jugoslaviens zwischen der Una und dem Zlatibor-Gebirge. Neues Jahrbuch f. Mineralogie etc. Abt. B. Bd. 85. p. 383. Stuttgart. 1941.

51. Poljak J.: Prilog geološkom poznavanju Krndije. Glasnik hrvatskog prirodoslovnog društva. God. XXXV. p. 21. Zagreb. 1923.

52. Poljak J.: Tumač geološkoj karti Ledenice-Brinje-Oštarije. Povremena izdanja geolog. inst. kr. Jugoslavije. Beograd. 1936.

53. Pethö J.: Die Kreide (Hypersenon) Fauna des Petrowaradeiner (Pétrováráder) Gebirge. (Fruška Gora). Palaeontographica. Bd. 52. p. 57. i 161. Stuttgart. 1905-1906.

54. Salopek M.: Über den oberen Jura von Donji Lapac in Kroatien. Mitteilungen der geolog. Gesellschaft Wien. Bd. III. p. 541. Wien. 1910.

55. Salopek M.: O srednjem trijasu Gregurić brijega u Samoborskoj gori, i o njegovoj fauni. Djela jugoslav. akademije. Knj. XX. Zagreb. 1913.

56. Salopek M.: O naslagama s okaminama kod Kunovac-Vrela u Lici. Prirodoslovna istraživanja jugoslav. akademije. Sv. 4. Zagreb. 1914.

57. Salopek M.: O naslagama s Daonellama u Hrvatskoj. Prirodoslovna istraživanja jugoslav. akademije. Sv. 15. Zagreb. 1918.

58. Salopek M.: Proučavanje gor. paleozojika u Velebitu i u Brušansko-Oštarijskom prodoru. Ljetopis jugoslav. akademije. Sv. 49-50. Zagreb. 1937-38.

59. Simić V.: Gornji perm u Velebitu i tektonika Velike Paklenice. Glasnik geografskog društva. Sv. XXI. Beograd. 1936.
60. Schmidt J.: Über die Fossilien des Vinicaberges bei Karlstadt in Croatien. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. XXX. p. 719. Wien. 1880.
61. Schubert R.: Geologija Dalmacije. Zadar. 1900.
62. Schubert R.: Erläuterungen zur geolog. Karte Medak-Sv. Rok. Wien. 1910.
63. Schubert R.: Geologischer Führer durch die nördliche Adria. Sammlung geolog. Führer. XII. Berlin. 1912.
64. Stache G.: Die Liburnische Stufe und deren Grenz-Horizonte. Abhandlungen d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. XIII. Wien. 1889.
65. Šuklje F.: Fauna werfenskih škriljavaca Zrmanje. Vijesti geol. povjerenstva Kr. Hrvatske i Slavonije. Sv. II. Zagreb. 1912.
66. Šuklje Fr.: Pabirci iz geologije Samoborske gore. Vijesti geol. zavoda u Zagrebu. Knj. II. p. 106. Zagreb. 1929.

Obličje površine

Dr Oto Oppitz

I. RAZVITAK RELJEFA

Velike crte u reljefu Zemljine površine nastale su djelovanjem endogenih sila, koje su sporim ali veoma snažnim tektonskim procesima tokom geologijskih epoha nabirale neke dijelove površine Zemlje, dok su se drugi njezini dijelovi izdizali ili spuštali smjerom duljih i kraćih rasjeda odnosno pukotina.

Oba ova tektonska procesa susrećemo u tvorbi reljefa Hrvatske.

Dok je u njezinim sjeverozapadnim, zapadnim i srednjim dijelovima prevladalo ponajviše nabiranje, stvarajući duge često i široke gorske lance, koji se protežu od sjeverozapadne pa sve do južne i jugoistočne naše međe; od obale Jadranskog mora pa sve do Drine pod imenom Dinarskih gora; dotle se u sjevernom i sjeveroistočnom dijelu naše domovine tlo uzdizalo odnosno spuštalo smjerom rasjeda stvorivši tako pojedine gore, koje poput otoka strše iz Panonske ravnice.

Prema tome se gorje Hrvatske morfogenetski dijeli u dvije skupine: nabrano Dinarsko gorje i gorje Savsko-dravskog međuriječja.

1. DINARSKO GORJE

Dinarsko gorje proteže se zapadnim dijelom Balkanskog poluotoka smjerom od sjeverozapada prema jugoistoku, i to od donje Soče i Furlanske nizine pa do južnoga kraja Balkanskog poluotoka u duljini od 1200 km.

Cvijić je na temelju različnog geologijskog sastava i orotektonske izgradnje *(21., 22.)* razdijelio Dinarsko gorje u dva samostalna gorska sustava, koje međusobno rastavlja crta, što se pruža od Medovskog zaljeva dolinom donjeg Drima preko Metohijske kotline do Kosova polja. Od te crte prema sjeverozapadu pruža

se Dinarsko gorje u užem smislu ili Dinaridi, kako ga još geolozi prema Suessu običavaju nazivati, dok se od iste crte prema jugoistoku proteže Šarsko-pindski gorski sustav ili Helenidi.

Istražujući sjeverni dio Albanije utvrdila su dva poznata geologa Nopcsa *(143.)* i Vetters *(178.)*, da se tu ne radi o sutoku gorskih masiva velikih dimenzija, kako je to Cvijić *(22.)* mislio, nego da se dinarski smjer pružanja nastavlja sjevernim Albanskim Alpama prema jugoistoku.

Kroz Nezavisnu Državu Hrvatsku protežu se Dinaridi svojim najduljim i najširim dijelom.

Dinaridi su se stvarali postepeno. U karbonu je najprije nabrana paleozojska jezgra, dok su kasnija nabiranja bila uvjetovana rasjedanjem i spuštanjem Jadranske i Panonske zavale. Između Alpa, Karpata i Balkana na jednoj strani, i Dinarskoga gorja na drugoj strani, nalazila se stara, kruta Panonska masa, koja je razdvajala oba orogenetska pojasa. U vrijeme miocena ona se sama radi rasjedanja počela spuštati. Uslijed toga se Zemljina kora u području, gdje se danas protežu Dinaridi, počela nabirati, a kod toga je svojim otporom sudjelovala i stara Rodopska masa ili Istočno kopno. Tokom nabiranja Dinarida nastajali su uslijed pucanja Zemljine kore veći i manji rasjedi, koji su kasnije, osobito kao uzdužni rasjedi, bili od velike važnosti za stvaranje različitih geomorfologijskih pojava, napose krških polja.

Ovi su se tektonski procesi zbivali češće; tako u vrijeme krede, pa između gornje krede i paleogena, dok se najsnažnije orogenetsko pomicanje događalo u vrijeme oligomiocena. Poradi toga što su se ovi tektonski pokreti zbivali u različnim geologijskim epohama, pojedini su dijelovi Dinarida različne starosti. Oligomiocensko nabiranje dalo im je svakako glavni značaj i najmarkantnije poteze.

Radi bočnog pritiska, koji je većinom dolazio od sjeveroistoka, dobili su slojevi Dinarida smjer pružanja od sjeverozapada prema jugoistoku. Radi istog razloga pojedine plasine u Dinaridima bile su potisnute i premaknute jedne preko drugih prema jugozapadu, tako da je cijeli sistem dobio pokrovnu građu *(30.)*.

Geologijska istraživanja zadnjih desetljeća unijela su u izgradnju nabranoga gorja posve nove poglede. Geolozi tvrde, da su nabrana gorja, među koja spadaju Alpe i Dinaridi, građena ponajviše od golemih slojnih ploča ili pokrova, pa se prema tome ta nova grana geologije zove »*teorija pokrova*«. Ona uglavnom tvrdi, da orogenetske sile svojim bočnim pritiskom nisu samo nabrale naslage, nego su radi veoma snažnog pritiska i same bore nagnute i potisnute preko donjih naslaga, tako da su bore izgubile svaku vezu sa svojom podlogom ili korijenom. Ovako pomaknute bore (često i više kilometara) pokrile su na svom putu neke druge naslage većinom mlađe u obliku pokrova. U Alpama su do sada utvrđeni pokrovi velikih dimenzija. U Dinaridima vršili su se slični

procesi. Gdje je pritisak bio jači, a slojevi manje plastični, tu je orogenetski bočni pritisak potisnuo pojedine plasine u manjim razmacima preko osnovke, tako da je tu sistem pokrova sličan poređaju crijepa na krovu. Tu je naime svaka viša pokrovna plasina potisnuta tako, da je samo ponešto pokrila slijedeću donju. Na taj način izgrađen je većinom cijeli Dinarski sistem. Pokrovne plasine u Dinaridima ostale su gotovo na istom mjestu gdje su nastale, pa su prema tome autohtone *(122.)*.

Kossmat *(102.)* misli, da je glavna razlika između Alpa i Dinarida u tome, što se Dinaridi prilikom orogenetskih procesa nisu na svojoj izvanjskoj strani zadjenuli ni za kakve rezistentne mase u obliku starih masiva, pa su se zato mogli slobodno razviti prema zavali Jadranskog mora. Orogenetski pritisak nije bio ni tako snažan niti je sezao tako duboko, da bi mogao nabrati geologijske naslage u većim dubinama, pa se one nisu ni uključile u orogenetski proces nabiranja.

Radi toga ima pokrovna izgradnja Dinarida mirnije karakteristike; vapneni pokrovi su većinom sasvim malo pomaknuti preko susjednih prema Jadranskoj zavali *(122.)*.

U cijelom Dinarskom sistemu se na temelju istraživanja Kobera *(93., 94., 95.)*, Kossmata *(100., 102., 103.)*, Nopcse *(141., 142.)* i Nowacka *(144., 145.)* razlikuje više zona pokrovnih ploča, koje su jasno razlučene različnim facijesom i među sobom odijeljene plohama premaknuća *(119.)*. Tako se jadransko-jonska izvanja zona pretežno sastoji od jurskih, krednih i eocenskih vapnenaca i fliša. Nabrana je jednostavno, a obuhvata u Hrvatskoj uzak pojas jadranskih otoka i Primorja. Prema istoku je na ovu zonu premaknuta mezozojska zona Visokoga krša, i to morfologijski na veoma značajan način.

Na zonu Visokoga krša nadovezuje se u sjevernom dinarskom području pojas vapnenaca i škriljavaca, koji prema istoku dopire izvan međe Hrvatske sve do Morave, a sjeveroistočno od ovih škriljavaca i vapnenaca proteže se sjeverno-bosanska serpentinska i ofiolitna zona.

Nakon epohe sedimentacije u trijasu i juri, došlo je u Dinaridima na *prijelazu jure u kredu do prve orogenetske faze*, kojoj pripadaju ofiolitske intruzije. Mnogo intenzivniji su bili predgosavski orogenetski pokreti unutarnje zone Dinarida, dok se istovremeno radi trajnog spuštanja jadranske geosinklinale vršila sedimentacija na izvanjoj zoni Dinarida sve do u gornju kredu.

U gornjem odsjeku krede počelo se cijelo područje Dinarida ponovno spuštati, pa je more ponovno preplavilo mnoge dijelove gorja, gdje su se sedimentirale naslage tako zvane gosavske transgresije. Ona je prekrila izvanju i unutrašnju zonu Dinarida osim pelagonijske mase.

Velika *postgosavska orogenetska epoha* nije bila jedinstvena, nego se sastojala od cijelog niza orogenetskih procesa, koji se nisu

kontinuirano zbivali. Nakon srednjoeocenske transgresije, koja nije zahvatila zonu Visokoga krša *(119.)*, nastala je u *gornjem oligocenu glavna faza nabiranja* izvanje zone i premaknuće fliša, te povlačenje Jadrana prema zapadu. S time ujedno počinje i morfologijski razvitak Dinarida *(119.)*.

Drugi osnovni oblik tektonskih procesa u Dinaridima jesu *rasjedi*. Oni su nastali na taj način, što se smjerom jedne pukotine u Zemljinoj kori određeni kompleks slojeva spustio ili uzdignuo. Većina rasjeda u Dinaridima, od kojih su veoma važni uzdužni, nastala je za vrijeme *oligomiocena*, kad su orogenetski pokreti bili najintenzivniji, ali ima ih i mlađih. Prema Cvijiću su sve uzdužne depresije u Dinarskom gorju poredane duž rasjeda u smjeru sjeverozapad — jugoistok. U tom smjeru se proteže uzdužna depresija gornje Neretve do Konjica kao i dolina rijeke Rame, pa onda nizovi krških polja Like, zapadne Bosne i Hercegovine, kao i mnoge depresije Dalmacije sjeverno od Neretve. Neki su od ovih rasjeda veoma mladi, *postpliocenske ili diluvijalne* starosti. Značajno je to, da su tektonski procesi sve mlađi, što su bliže Jadranskom moru. U blizini Jadranskog mora prevladavaju mlada spuštanja tla, većinom usko povezana s fleksurama.

2. RAZVITAK JADRANSKE ZAVALE

Suess, Neumayer i Mojsisovics držali su, da je sjeverni plići dio Jadranskog mora, koji se proteže sjeverno od crte Mte Gargano — Palagruža — Mljet, t. j. Jadranska zavala u užem smislu, postao tek u vrijeme diluvija. S tim se je složio i Penck *(154.)*. Cvijić *(31.)* je istražujući kriptodepresije na istočnoj jadranskoj obali dokazivao, da je tu i u najmlađe geologijsko doba bilo spuštanja tla i potapanja kopnenih oblika. Grund *(74.)* je kasnije utvrdio postdiluvijalno spuštanje sjevernog dijela Jadranske zavale i njezinih rubnih krajina, gdje dubina nije veća od 90 m. Tokom svojih kasnijih istraživanja *(28.)* Cvijić se uglavnom složio s Grundovim zaključcima.

Većina talijanskih istraživača držala je, da Jadransko more nije nikada bilo kopno, već da je to bila zavala stalno ispunjena morem, koje je obuhvatalo veći dio Apeninskog poluotoka i zapadne dijelove Balkanskog poluotoka *(167.)*.

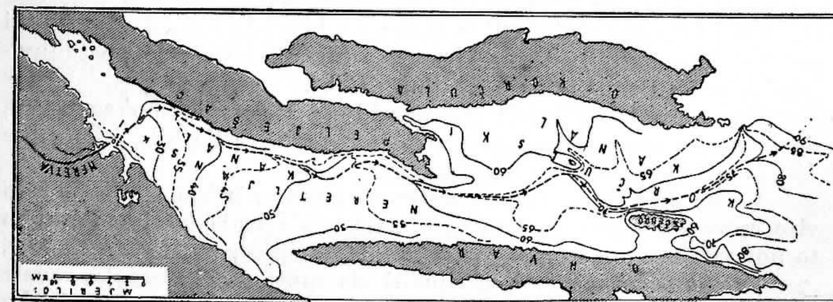
Međutim u razvitku Jadranske zavale moramo razlikovati dvije činjenice *(74.): postanak same Jadranske zavale i postanak Jadranskoga mora*. Jadransko more je u svom današnjem obliku i veličini mlada pojava nastala u kvartaru morskom transgresijom, dok je sama zavala starija, nastala na podlozi stare geosinklinale, koja je bila u uzročnoj vezi s nabiranjem Dinarida i Apenina *(102., 103., 100., 144., 145.)*. Današnji svoj oblik do Otrantskih vrata dobilo je Jadransko more različnim tektonskim procesima. Sjevernojadransko plitko more, duboko najviše do 90 m, jest potopljeni dio Padske ravnice, koji je u vrijeme ledenog doba ponovno dospio na suho *(119.)*. Ostali dio Jadranskog mora pokazuje tokom srednjega tercijara upadljivo kolebanje istočne i zapadne obale.

U vrijeme miocena i pliocena bila je apeninska strana duboko poplavljena morem, a istočna je bilo suvislo kopno, koje je obuhvatalo gotovo sve današnje istočnojadranske otoke. Tokom pliocena počelo se uzdizati tlo na apeninskoj zapadnoj strani, a spuštati na istočnoj. Još u zadnjem interglacijalnom stadiju, kako dokazuju nalazi diluvijalnih sisavaca, bili su jadranski otoci dijelovi suhoga kopna, a riječne doline mogu se lako slijediti ispod razine mora sve do vanjskog ruba otočja gdje počinju velike dubine. Grund je to prvi ustanovio za dolinu Neretve potopljenu u Neretvanskom kanalu. Njemu je uspjelo dokazati da su terase fluvioglacijalnog šljunka u *dolini Neretve* nastale u vrijeme dvaju odsjeka ledenoga doba, poznatih pod imenom Riss i Würm, i dvaju postglacijalnih stadija Bühl i Gschnitz. Ove su terase južno od Mostara u dolini Neretve pokrite praporom, pa kako prapor pokriva ne samo würmsku terasu, nego i obje postglacijalne erozijske stepenice, koje odgovaraju Bühl-gschnitzkom stadiju, morao se on tu sedimentirati još kasnije, po svoj prilici u Gschnitz-daunskom postglacijalnom stadiju.

Ispod Žitomislića iščezavaju fluvioglacijalni nanosi zajedno s praporom pod pokrovom finijeg šljunka i pijeska recentnih naslaga Neretvine delte, pa su prema tome spušteni ispod morske razine, što dokazuju bušenja u Metkoviću, gdje je u dubini od 16 m (13 m ispod razine mora) nađen grubi fluvioglacijalni kvartarni šljunak.

Tu dakle nalazimo mlađe recentno spuštanje tla, koje nije potopilo samo fluvioglacijalni šljunak nego i postglacijalne praporne sedimente, pa je prema tome današnja delta Neretve mlađa od Gschnitz-daunskog stadija.

Povuku li se u *Neretvanskom kanalu*, u koji Neretva utječe, izobate, one nam predočuju plitku naplavnu bočinu, koju je tu



1. Izobate u Neretvanskom kanalu

stvorila sama rijeka. Ta naplavna bočina nalazi se u produženju slaza potopljenog fluvioglacijalnog šljunka, pa je ona njegov nastavak ispod morske razine, a u njoj urezano korito nije ništa drugo nego postglacijalno erozijsko korito rijeke Neretve. Blag i kontinuiran slaz podmorske naplavne bočine dokazuje nam, da se stvarala na kopnu, pa je prema tome Neretvanski kanal u svojoj današnjoj formi postojao kao suho kopno još sigurno za vrijeme Würma u kvartaru. Ali kako se i prapor u današnjoj delti Neretve nalazi u dubini od 13 m ispod razine mora, a za nj smo već prije rekli, da se je sedimentirao u Gschnitz-daunskom postglacijalnom stadiju, to je Grund ustanovio, da se *tlo na ušću Neretve spustilo za 90 m tek nakon Daunskog postglacijalnog stadija.* Uslijed toga nastala je recentna transgresija mora, koja je potopila sve jadranske kanale, dok je na ušću Neretve počelo nasipavanje i stvaranje njezine delte.

Prigodom bušenja tla kod Gradeža nađen je još u dubini od 211 m krupni šljunak odnosno pijesak, za koji Grund drži da je fluvioglacijalna naplavina rijeke Soče. Radi velike debljine tih naslaga, tvrdio je Grund, da je upravo na području sjevernog dijela Jadranske zavale bilo spuštanje tla najjače. Bušenjima u Gradežu i drugim krajevima Furlanske nizine utvrđeno je, da je nakon Würmskog doba nastupila jedna postglacijalna transgresija, koja je pokrila fluvioglacijalni šljunak, a nakon toga je došlo u postglacijalnom Gschnitz-daunskom stadiju do regresije, iza koje je konačno uslijedila recentna transgresija mora.

Milojević *(127.)* je utvrdio prema stratigrafijskom profilu diluvijalnih naslaga kod Nina *tri negativna i tri pozitivna pomicanja obalne crte*, pa zaključuje, da negativna pomicanja odgovaraju glacijalnim epohama, a pozitivna interglacijalnim. U vrijeme glacijalnih epoha stvarale su se kopnene naslage, a u vrijeme interglacijalnih morske naslage. Posljednje pomicanje je pozitivno i ono traje još i danas. Razina mora bila je za vrijeme interglacijalnih epoha viša od današnje. Morske diluvijalne naslage nalaze se na velikim visinama iznad današnje razine mora: na Mljetu u visini od 84—100 m, na Visu 75—90 m, jugozapadno od Novigradskog mora u Islamskoj sinklinali u visini od 111—165 m. Ovako visoki položaj diluvijalnih morskih naslaga tumači Milojević postdiluvijalnim izdizanjem dotičnih krajina *(130.)*.

Najnovija istraživanja De Marchija i Magnanija pokazala su, da je razina mora za vrijeme maksimalne regresije bila od prilike *100 m niža od sadašnje (167.)*.

Cvijić drži, da je zadnje spuštanje istočne jadranske obale bilo više epirogenetskog značaja *(26., 28.)* te da traje još i sada, kako to potvrđuju mnoga opažanja tokom historijskog vremena *(1., 44.)*.

Prema tome možemo zaključiti, da spuštanje Jadranske zavale nije bilo uvjetovano rasjedima, nego se cijela poravnana krška ploča sa svim svojim karakterističnim oblicima tla savila, a da

kod toga nije izgubila svoju cjelovitost, i da je samo neznatno utonula pod razinu mora. Ne može se dakle reći, da je Jadranska zavala nastala prolomom nego *fleksurom*. To potvrđuju istraživanja i na suprotnoj talijanskoj obali.

U svezi s veoma niskom snježnom među na Treskavici, Čvrsnici i drugim Dinarskim planinama u vrijeme ledenog doba, Cvijić *(19.)* misli, da se jadransko kopno nije protezalo po cijelom prostoru današnjeg sjevernog dijela Jadranskog mora, nego je najveći dio Jadranskog mora zapadno od dalmatinskih otoka morao postojati i u vrijeme diluvija, a kasnije se mogao proširiti, i to u sjevernom dijelu oko Istre i Kvarnerskog zaljeva, pa onda uz dalmatinsku obalu do otoka Mljeta. Prema tome bi prošireni dijelovi bili postdiluvijalni, a ostali stariji od diluvija.

Ovakav se zaključak slaže i s promatranjima intenziteta spuštanja tla na području današnjeg Jadranskog mora. Nema naime podataka, iz kojih bi se mogao izvesti zaključak, da je spuštanje tla bilo tako intenzivno, da bi mogle nastati dubine od 200 m i više, kakvih ima u sjevernom dijelu Jadranskog mora, i to sjeverno od crte Mte Gargano — Mljet *(19.)*. Brojni podatci, sakupljeni na temelju istraživanja krških polja zapadne Bosne i Skadarskog jezera *(14., 31.)*, upućuju na mnogo neznatnija spuštanja tla u području Jadranskog mora.

3. GORJE SAVSKO-DRAVSKOG MEĐURIJEČJA

Područje između Drave (Dunava) i Save može se tek u ograničenom smislu smatrati djelom Panonske nizine *(119.)*, pa se naziv »Panonske gore« ne može prihvatiti ni s geologijsko-tektonskog ni s morfologijskog stajališta.

Pitanje pripadnosti gorja Savsko-dravskog međuriječja bilo je predmetom mnogog raspravljanja. Diener *(37.)* smatra, da su kristalinske jezgre gora Hrvatskog međuriječja *sastavni dio istočnih Alpa*, pa drži da je to gorje nabrano onda kad i Dinaridi i Posavske bore. Time pribraja i jedan dio gorja Međuriječja tektonskim elementima mješovitog karaktera, to jest gorju, koje je za različnih faza nabiranja imalo različnu ulogu *(168.)*. Za mlađeg tercijarnog boranja moralo je ovo već prije nabrano gorje slabije sudjelovati u novom nabiranju nego njegova okolina, pa je prema tome moralo djelovati na ove mlađe tvorevine kao kakav stari masiv. Radi toga je Samoborska gora dobila dinarski smjer pružanja.

Suprotno stajalište zauzima Mojsisovics *(140.)*, koji je prvi na temelju svojih opažanja u Bosni zaključio na opstanak tako zvanog *Istočnog kopna*, pa je i gore u Savsko-dravskom međuriječju smatrao sastavnim dijelovima toga kopna. S time se je kasnije složio i Suess *(172.)*.

Cvijić *(30.)* raspravlja o gorju Hrvatskog međuriječja kao o *prelaznom pojasu Rodopskog sustava* isključujući Maceljsku (715

m), Ravnu goru (677 m) i Ivančicu (1061 m), koje imaju alpski smjer pružanja t. j. od zapada prema istoku. Medvednica (1035 m) i Kalnička gora (643 m) zapremaju po svom smjeru pružanja od sjeveroistoka prema jugozapadu posebno mjesto. Taj smjer nije određen nabiranjem nego rasjedima, koji se protežu uz sjeverozapadni i jugoistočni gorski rub. Obje se gore sastoje od paleozojske jezgre, koja je ovijena mezozojskim i tercijarnim slojevima. Cvijić misli stoga da obje te gore čine prijelaz između Rodopskog masiva i istočnih Alpa.

Krebs *(110.)* pribraja *Alpama* onaj dio sjeverozapadne Hrvatske, koji se proteže *zapadno od crte Čakovac — Varaždin do Save kod Brežica,* tako da Ivančica ostaje zapadno od spomenute crte.

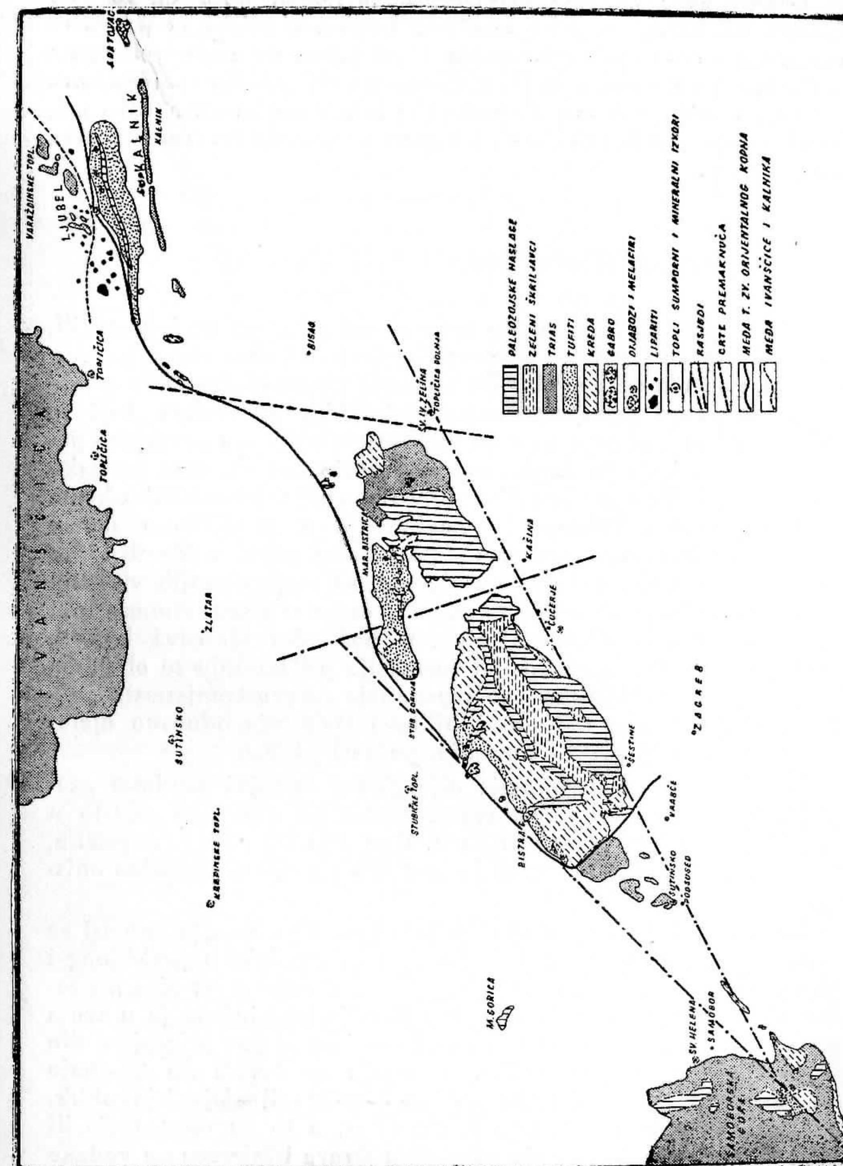
Melik *(122.)* primjećuje, da se u Kalniku i Medvednici, koje su najbliže Alpama, opažaju utjecaji alpske građe, ali upozorava, da su mnogo jače oznake, koje govore za to, da su to ostatci starog masiva, koji je čini prijelaz Rodopskoj masi *(185.)*, pa prema tome misli, da se međa Alpa i gora Savsko-dravskog međuriječja pruža ulegninom između Ivančice i Kalnika te dolinom rijeke Krapine. Alpskim ograncima pripadala bi dakle Maceljska gora s Ravnom gorom, zatim Ivančica s niskom Strugačom, te Cesargradska gora, koja je nastavak Orlice *(122.)*.

Nema sumnje da je Istočno kopno djelovalo ne samo na gorje sjeverne odnosno sjeverozapadne Hrvatske, kako je to razložio Gorjanović, nego i na Dinaride uopće, pa je smjer njihova pružanja stajao i pod utjecajem Istočnoga kopna *(168.)*.

Gorje sjeverozapadne Hrvatske stoji dakle svakako u užoj *genetskoj vezi s centralnom alpskom zonom,* jer se između Pohorja i Medvednice, koju moramo smatrati isto kao i Kalnik zadnjim izdancima stare Rodopske (ili Rodopsko-panonske) mase, a ta je centralnom alpskom pojasu veoma srodna *(122.)*, kao kroz tjesnac probijaju nizovi dugih bora od zapada prema istoku *(168.)*. Tu je bio previše uzak prostor za slobodan tektonski razvitak, pa vidimo da se je u tom području zakrenuo alpski smjer u pravac istok - sjeveroistok — zapad-jugozapad, odnosno sjeveroistok — jugozapad, kao što se vidi u smjeru Gorjanaca.

Utjecaj Medvednice na razvitak orogenetskog procesa bio je znatan, ako uzmemo u obzir, da je ta stara masa nekad bila još prostranija, jer se još danas jedan njezin dio nalazi pokrit mladim tercijarnim naslagama u Marija-goričkom gorju, pa je sezala još zapadnije sve do Brežica. Prema tome je Medvednica zaista nekada mogla biti znatna zapreka slobodnom razvitku alpskog i dinarskog nabiranja.

Posebno mjesto zauzimaju *Gorjanci* (1181 m). Neki su ih geolozi ubrajali u Alpe, a drugi u Dinaride. Najnovija geologijska istraživanja utvrdila su, da se u građi Gorjanaca opaža kako alpski tako i dinarski smjer, pa je gorje uglavnom, što se tektonike tiče,



Sl. 2. Tektonske značajke Medvednice, Kalničke i Samoborske gore (po D. Gorjanoviću)

izgrađeno dinarski, te ga možemo ubrojiti u Dinaride, premda ima znakova i alpske tektonike (dolina Krke) *(122.)*.

Ostale gore Savsko-dravskog međuriječja, koje danas kao stršenici predočuju *ostatke Istočnog kopna*, građene su pretežno od staroga kristalinskog kamenja s relativno debelim pokrovom mlađih tercijarnih naslaga; tako Bilogora (294 m), Moslavačka gora (489 m), Psunj (984 m), Papuk (953 m), Požeška gora (616 m), Dilj (471 m), Krndija (792 m), i konačno potpuno izolirana Fruška gora (539 m).

II. GEOMORFOLOGIJSKI PREGLED

Sve definicije, koje su do sada mnogi geomorfolozi postavili, da odrede opseg i sadržaj geomorfologije kao jedne grane geografije, mogu se ukratko ovako formulirati: *geomorfologija je nauka o oblicima krute Zemljine kore i o fizičkim procesima koji je oblikuju,* ali se kod toga moraju potpuno izlučiti sve promjene površine Zemlje, koje je svojim radom stvorio čovjek. Ona je, kako Maull *(121.)* kaže, *temeljna disciplina geografije,* jer o obliku krute Zemljine površine, kako ga geomorfologija u genetičkom smislu istražuje, ovise gotovo sve ostale pojave na površju Zemlje. Što više, pojave u atmosferi, iako stoje pod utjecajem svojih vlastitih planetarnih zakona, ipak očito najviše ovise o geomorfologijskim prilikama; tako u razvitku klimata, postanku vjetrova i t. d. Areali pak biljnih i životinjskih formacija prilagođuju se oblicima tla upravo tako očigledno kao i područja rasprostranjenosti ljudskih zajednica (rasa, naroda) i njihova stvaranja odnosno djelovanja (gospodarski prostor, naselja, putovi) *(121.)*.

Uza sve to geomorfologija nije glavni sastojni predmet geografije, kako se prije naglašavalo. Treba joj dati ono mjesto u geografiji, koje joj stvarno pripada. Ona nije bit cijele geografije, pa ni regionalne geografije, ali je svakako temeljna disciplina opisne geografije.

Nauka o oblicima i o oblikovanju površine Zemlje temelji se na spoznaji, da kruta površina Zemlje nije produkt neprekidnog i trajnog mirovanja, nego različnih promjena, koje se na njoj neprestano zbivaju. Oblikovanje površine Zemlje podčinjeno je u svom konačnom cilju jednom vrhovnom zakonu, da se pod utjecajem sile teže izravnaju visinske razlike. Opažanja su dovela do spoznaje različnih sila, koje djeluju na površinu Zemlje mijenjajući joj oblik, bilo da potječu iz unutrašnjosti Zemljine, a to su unutrašnje ili *endogene sile,* bilo da nastaju utjecajem Sunca i Mjeseca na vodene i zračne mase, a to su izvanje ili *eksogene sile.* Utjecaj Mjeseca tako je neznatan, da ga možemo potpuno izostaviti. Endogenim silama nastaju različni pokreti Zemljine kore, tektonski procesi, orogenetska i epirogenetska pomicanja, po kojima Zemljina kora dobiva glavne i najmarkantnije poteze u svom reljefu.

Eksogenim silama pod utjecajem sile teže nastaju pomicanja zraka i vodenih masa, u kojima ima uvijek različnog suspendiranog materijala, pa se na taj način vrši rad suprotan onome endogenih sila, t. j. razaranje ili destrukcija Zemljine površine, što jednim imenom zovemo erozijskim radom.

Prema tome možemo sve oblike na površini Zemlje svrstati u dvije skupine, i to tektonske i erozijske oblike. U erozijsku skupinu ubrajamo i one oblike, koji su nastali akumulacijom erozijskog materijala.

*

U vrijeme velikih orogenetskih pokreta na prijelazu krede i starijeg tercijara, stvorili su se bitni potezi denudacijskih oblika Dinarskoga gorja kao *prostrane površi* tipičnih primarnih trupina, od kojih još danas strše kao erozijski ostatci pojedina gorska bila.

Nakon tvorbe primarnih trupina, poremetili su znatni pokreti Zemljine kore u gornjem oligocenu, miocenu i starijem pontiku ravnotežu, koja je nastala između izdizanja i denudacije, pa su eksogene sile ponovno počele svoj destruktivni rad razaranjem prostranog akumulacijskog nivoa oligocenskih naslaga *(120.)*.

U vrijeme donjeg i srednjeg miocena bilo je gotovo cijelo Dinarsko gorje kopno, kojemu je na zapadu bila međa miocensko Jadransko more, dok se na sjeveroistoku Panonska zavala protezala duboko u Dinarski sistem u obliku pojedinih zaljeva.

Na temelju istraživanja ostataka različnih ravnjaka iz te epohe može se pretpostaviti, da je denudacija bila veoma jaka i opsežna, te je još u vrijeme srednjeg tercijara površje Hrvatske bilo mnogo ravnije nego danas. Između prostranih jezera u toj epohi pružala su se osrednja gorja i brežuljasto tlo. U dubljim *jezerskim zavalama* staložile su se laporne i vapnene naslage, a u močvarama se stvarao treset, koji je kasnije bio zasut te se pretvorio u ugljen. Sjeverni i sjeveroistočni dio Hrvatske bio je dno *Panonskog jezera,* gdje su se taložile karakteristične naslage litavskog vapnenca. Tako se naslage druge mediteranske stepenice ne nalaze samo na denudacijskoj trupini starijeg nabranog gorja nego i na ostatcima tada još posve mladih jezerskih sedimenata. Denudacija je u toj epohi bila mjestimice tako snažna, da je cijela serija vapnenih sedimenata sve do osnovnog gorja bila tada odstranjena.

Epoha, koja je iza toga slijedila, može se smatrati pretežito sedimentacijskom. Lakustričke i fluvijalne naslage po obodu Panonske zavale ostatci su iz toga doba. Maksimum njihove rasprostranjenosti pada u sarmatsko (gornji miocen) i pontsko (donji pliocen) doba. Ova *sarmatska i pretežito pontska jezera* bila su rasprostranjena po cijelom Balkanskom poluotoku pa ne manjkaju ni u Dinarskom gorju. U savezu s time počeli su se stvarati, djelomice svakako prije razvitka jezera, *ravnjaci,* koji su se kasnije tekton-

skim silama razlomili u pojedine površi. One su rasprostranjene počevši od Istre *(109.)*, Dalmacije *(26., 28., 125., 126., 127.)* i Hercegovine *(76., 156.)* po cijelom području sjevernih i srednjih Dinarida.

Prema tome po prostranom vapnenom gorju sačuvale su se *površi kao ostatci donjopliocenskog ravnjaka*, a to je dokaz, da je ta krajina bila u to doba u velikoj mjeri poravnjena, ali ne potpuno, jer su se nad tim površima sačuvali i neki ostatci miocenskog ravnjaka. Ta je krajina bila na uskom razvođu između Jadranskog i Panonskog mora, pa je poradi toga bočna erozija intenzivno djelovala i na taj način u velikoj mjeri poravnala reljef.

Dok se miocenski ravnjak sačuvao samo na nekim najvišim planinskim vrhuncima (Dinare, Šatora, Vitoroga, Cincara i drugih), stari je pliocenski ili pontski ravnjak obuhvatao velike površine u dinarskim krajinama. Sve su površi nastale od prilike u isto vrijeme u pontskoj epohi, u kojoj je erozijska baza dugo mirovala. Nastale su također u jednakoj visini, ali uslijed *epirogenetskog ispinjanja*, koje se zbivalo iza pontskog doba, nalaze se danas u različnim visinama, jer se pojedine plasine nisu jednako intenzivno ni jednako brzo uspinjale ili spuštale. Tako se od pliocena u Dinarskom gorju najjače uspinjao srednji pojas, a slabije jadranski i panonski rub, iako i tu ima pojedinih plasina, koje se nalaze u znatnoj visini, na pr. u Žumberačkom gorju *(122.)*.

U istočnom odsjeku nabrali su se što više i ostatci starog, već prije nabranog i denudiranog gorja, kao i sve mlađe jezerske naslage.

Najživlji su *orogenetski pokreti* bili u onom pojasu, koji se proteže od prilike sredinom zemlje od sjeverozapada prema jugoistoku. Znatno ispinjanje tla pojačalo je *eroziju*, pa je tako osnovno gorje između pojedinih plasina starog vapnenog pokrova ostalo posve golo. Radi toga se u ovom središnjem pojasu izmjenjuju duboko urezane doline i preostale vapnene plasine, pa se osnovno gorje ne pojavljuje samo kao dno dolina nego tvori i samostalna visočja.

Zapadni dio tvorio je, čini se, neprekidni pokrov krških vapnenaca, koji je kao cjelina bio izdignut. Tu nije bilo velikog ni prostranog nabiranja nego samo stepeničastih rasjedanja, kojima je bila izravnana razlika u visini između istočnog i zapadnog dijela.

Prema tome ako se plosnati dijelovi Krša kao Istra, sjeverna Dalmacija, Slunjska krška ploča pa konačno i poplavljeno morsko dno između otoka i pred njima moraju shvatiti kao nepromijenjeni komadi nekoć velikog i prostranog ravnjaka ili poravnane površine, to se i brdoviti krajevi Dinarskog gorja moraju shvatiti kao poremećeni, razlomljeni i mnogostruko *izdignuti komadi istog ravnjaka (160.)*.

Po ravnjacima su se mjestimice razvile duboke zavale, ispunjene slatkovodnim laporima i riječnim nanosima.

Iza pontske epohe poravnanja došlo je u vrijeme *gornjeg pliocena* (levantinsko doba) do procesa bržeg *ispinjanja* pojedinih plasina, radi čega se znatno spustila erozijska baza, a u vezi s time ojačala erozija u dubinu, koja je u ostatke pontskog ravnjaka urezala veoma duboke doline, radi čega su nastale opreke između visoko ispetih površi i dubokih mlađih erozijskih oblika.

Ovim procesom izdizanja i erozije bile su zahvaćene i one zavale, koje su bile ispunjene neogenim sedimentima. Tokom vremena su *rijeke većim dijelom odnijele neogene sedimente usijecajući svoja korita u tvrđim i otpornijim slojevima*, stvarajući tako između pojedinih zavala guduraste doline. Tako je mjestimično nastao cijeli niz zavala i gudura, koje se izmjenično jedna na drugu nadovezuju. Na taj su se način razvile mnoge epigenetske doline (Une i Unca).

Ova druga orogenetska epoha traje sve do danas. Ona je dakako bila prekidana mnogim pauzama mirovanja, kao i fazama lokalnog poravnavanja. Njoj pripada i tvorba velikih krških polja u Dinarskom gorju, jer je ovdje slično kao i u visokim Alpama *pojav krša tek ovim mladim izdizanjem došao do svog punog značenja i izražaja* koji prevladava u cijeloj slici krajine *(119.)*.

Mladim tektonskim pokretima ove epohe izdignute su bile više planine Dinarskog sustava iznad diluvijalne snježne granice, pa na njima nalazimo mnogo oblika i tragova *glacijalne erozije* u obliku morena, kara i fluvioglacijalnih terasa.

1. GEOMORFOLOGIJSKI OBLICI DINARSKIH KRAJINA

Maull je cijelo područje Dinarida u geomorfologijskom smislu razdijelio na tri pojasa uzevši kao temelj za tu razdiobu petrografijski sastav i geologijsku strukturu. Sva tri pojasa protežu se u smjeru pružanja Dinarskog sistema, dakle od sjeverozapada prema jugoistoku.

Uzak pojas uz istočnu obalu Jadranskog mora nazvao je Primorskim pojasom, koji je svoju geomorfologijsku strukturu i značajne crte u reljefu dobio oblicima mlađeg nabiranja, izmjenom vapnenih gorskih lanaca i flišnih uvala, pojavom lokalnog fluvijatilnog poravnavanja, te mlađom ingresijom mora, koja je obali dala oblik poznat pod imenom »dalmatinskog tipa obale« s mnoštvom otoka i školjeva, koji se pružaju u smjeru dinarskih nabranih lanaca *(120.)*.

Primorskom pojasu na sjeveroistok i istok pruža se pojas Visokog dinarskog krša *(120.)*, koji obuhvata krš sjeverozapadnih krajeva Banske Hrvatske, zapadni dio Bosne i Hercegovinu. To je područje velikih krških planina, starih visokih površi i intenzivnoga krša.

Unutrašnji dinarski pojas pruža se od pojasa Visokog krša na istok, pa obuhvata uglavnom srednju i istočnu Bosnu. Ovdje

prevladavaju uglavnom paleozojske formacije škriljavog kamenja, koje su nalegle na vapnence.

U prikazivanju geomorfologije ovoga područja poslužit ćemo se Maullovom razdiobom, koja nam se čini najzgodnijom, a odgovara potpuno i zonalnoj pokrovnoj strukturi Dinarskog sistema.

a) Primorski pojas

Najstarije geologijske naslage, od kojih je građeno istočno jadransko područje, pripadaju trijadičkoj i jurskoj formaciji, a te su osobito razvijene na sjeverozapadu u okolici Senja. Ove kao i mlađe: kredne, eocenske, a mjestimice i oligocenske naslage, gotovo su potpuno nabrane. *Prvo nabiranje* zbivalo se u Primorskom pojasu *poslije krede*, kad su nabrani mezozojski slojevi. U vrijeme eoceno-oligocenske morske transgresije, koja je iza prvog nabiranja slijedila, staložili su se vapnenci, lapori i konglomerati, koji su također nabrani. *Drugo veće nabiranje* dogodilo se ovdje *sredinom tercijara* i to poslije oligocena. Tada su se nabrali ne samo paleogeni sedimenti, nego zajedno s njima i starije naslage kredne, jurske i trijadičke. Ovo je mlađe nabiranje za današnji reljef Primorskoga pojasa mnogo važnije nego ono starije postkredno. Prigodom ovog nabiranja stvarale su se mjestimice pravilne antiklinale i sinklinale, ali su se događala i premaknuća bora uslijed snažnog pritiska, tako da su mjestimice starije naslage pokrile mlađe. Tako su negdje trijadičke naslage pokrile mlađe eocenske.

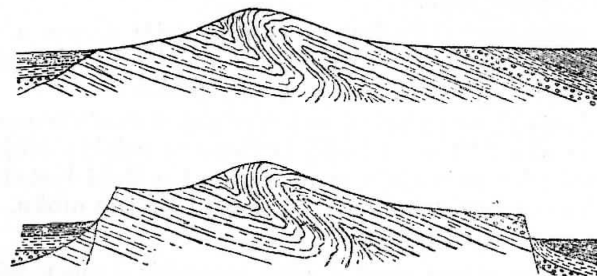
U svezi s nabiranjem nastajali su i *rasjedi*, koji se također pružaju u smjeru pružanja Dinarskog sistema od sjeverozapada prema jugoistoku. U vrijeme prvog postkrednog nabiranja nastala je na unutrašnjoj strani dinarskog gorskog luka zavala Jadranskoga mora, kao i planinski lanci Senjskog bila i Velebita, koji se sastoje od trijadičkih i jurskih naslaga, pa i oni građeni od krednih slojeva kao Kozjak, Mosor, Biokovo. Mlađim postoligocenskim nabiranjem postali su planinski vijenci, koji su se nabrali u vrijeme postkrednog nabiranja, viši i prostraniji, jer je postoligocensko nabiranje zahvatilo djelomice i eocenske vapnence.

Neogeni jezerski sedimenti, koji su se sačuvali po različnim zavalama oko većih rijeka dokazuju, da je iza postoligocenskog nabiranja nastala kopnena faza u razvitku Primorskog pojasa *(127.)*. Takovi su se neogeni jezerski sedimenti održali u zavalama oko rijeke Zrmanje kod Rvenika, oko Krke u Kninskom polju, oko Cetine u Sinjskom polju i Čikole u Petrovu polju; zatim kod Kostrene Sv. Barbare i konačno na obje strane u jugoistočnom dijelu Planinskoga kanala, a na sjeverozapadu u Vinodolu i na otoku Pagu. Tako su *tokom neogena postojala jezera* u Vinodolskoj dolini, na jugoistočnom kraju Planinskoga kanala, u Kolanskoj drazi na Pagu, u Karinskoj zavali i Ninskom zaljevu.

Već prigodom nabiranja u postoligocenu pa još jače tokom miocena i pliocena, *tlo se erozijom i denudacijom snizivalo*, pa su

krajem te epohe kod niskog stanja podzemne vode izrađene *terase i površi*, koje su se mjestimično sačuvale po cijelom Primorskom pojasu. Tako se oko Bakarskog zaljeva nalazi uska površ u visini od 219—229 m, zatim sjeveroistočno od Vinodola nagnuta prema sjeverozapadu između 236 i 477 m. U samom Vinodolu nalazi se iznad jezerskih neogenih sedimenata terasa od 100 m, za koju Milojević tvrdi, da je nesumnjivo nastala abrazijom neogenog jezera *(127.)*. U Senjsko-velebitskom Primorju izrađeno je šest izrazitih terasa, koje se pružaju paralelno s obalom Planinskoga kanala u visini od 57 m, 103 m, 156 m, 200 m, 260 m i 330 m, za koje je Bauer *(2.)* odredio, da potječu iz starijeg pliocena, a Milojević, da su abrazijske terase nastale radom pliocenskog jezera, koje je postojalo na mjestu današnjeg Planinskoga kanala.

U srednjem dijelu Primorskoga pojasa razvijena je prostrana *Skradinska ili Kistanjska površ*, visoka 300—400 m, koja se proteže od Zrmanje prema jugoistoku. Milojević je naziva Kotarska površ. Ona se sastoji od krednih i paleogenih sedimenata, koji su nabrani u postoligocenu. Površ je gotovo potpuno ravna, te presijeca sve



3. Razvitak mosora (po A. Pencku). Gornja slika prikazuje mosor pod kraj epohe fluvijalnog poravnanja, a donja rasjedanje izrađenih površi.

nabrane slojeve, a posuta je mjestimice kvartarnim oblucima. Rijeke, koje tu protječu, presijecaju je svojim dubokim dolinama u obliku kanjona.

U vrijeme diluvija dok se Skradinska površ dizala, spuštale su se zavale Novigradskog i Karinskog mora, u koje je time bio svrnut tok Zrmanje. U isto doba bila je Skradinska površ razbijena ili prelomljena u više stepenica *(119.)*. Mlado spuštanje tla zatrpalo je dolinu Krke te ju je sve do iznad Skradina potopilo.

Na ovoj prostranoj površi ispinju se između Zrmanje i donje Neretve poput otoka osamljene gore »*mosori*« *(25., 76., 156.)*. Protežu se u dinarskom smjeru od sjeverozapada prema jugoistoku, i to: Svilaja 1509 m, Moseć 843 m, Promina 1148 m, Mosor 1330 m, Biokovo 1762 m, ali ne pripadaju jednoj zajedničkoj trupinastoj površi, kako je Cvijić mislio, nego predočuju oblike, koji su se sačuvali kao ostatci prigodom fluvijalnog poravnanja cijele krajine,

ali su se naknadno veoma snažno i različno dislocirali, poradi čega je došlo po svoj prilici do naknadnog i novog nabiranja, ali svakako do jakog pomicanja plasina *(161.)*.

Prema Penckovim *(156.)* istraživanjima u području hercegovačkog Krša mosori se nisu održali radi tvrdoće i otpornosti slojeva, od kojih su građeni, nego su bili sačuvani od procesa poravnanja, a to se poravnanje zbivalo radom tekućica i denudacije, a ne mlatanjem mora ili abrazijom. Tako su između širokih riječnih dolina ostali još neporavnani pojedini veći dijelovi u obliku brda ili osrednjeg gorja. Nazvani su mosorima prema Mosoru, koji se nalazi blizu Splita. Ovim nazivom htjela se je istaći razlika od sličnih oblika monadnock, koji su nastali radi tvrdoće i otpornosti građe, i od stršenika, kojima je egzistencija uvjetovana rasjedima.

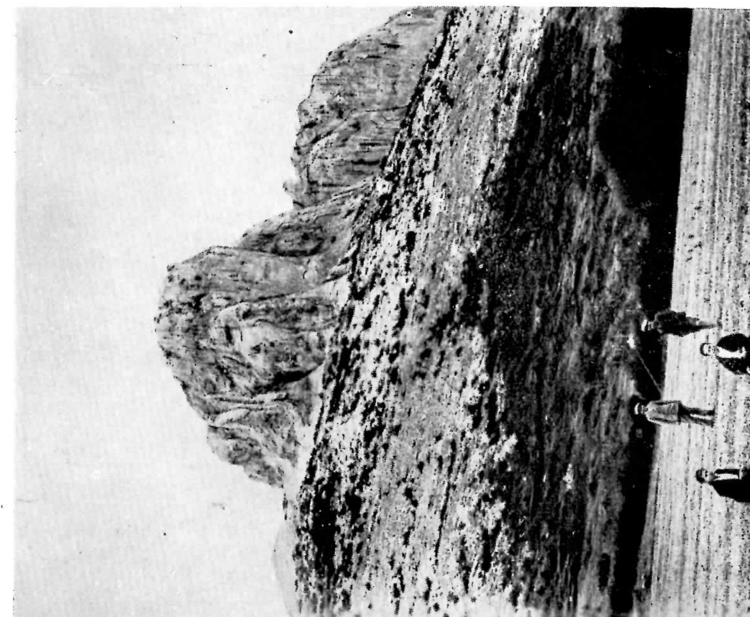
Oko Zrmanje, Krke i Cetine postojala su u ovoj površi u neogenu jezera, ali sama površ nije abrazijska, jer na njoj nema ni jezerskih ni morskih neogenih sedimenata, nego je *stvorena riječnom erozijom i denudacijom*, te prema Milojeviću predočuje fluvijalni ekvivalent neogenih jezerskih stanja u zavalama oko spomenutih rijeka *(127.)*.

Sjeveroistočno od Splita pružaju se dvije terase u visini od 328 i 348 m, zatim oko ušća Cetine u visini od 245-6 m, koje se prema jugoistoku protežu sve do u zaleđe Biokova.

Oko donje Neretve nalazi se krška površ *Brotnjo* neogene starosti, visine oko 200 m, u kojoj je Neretva usjekla svoju dolinu. Prema jugoistoku pojavljuju se još terase i u Boki Kotorskoj, kao i na mnogim otocima, tako na Krku, Pagu i Dugom otoku, a osobito su izrazite na Braču i Hvaru.

Sve su ove terase poslije svog stvaranja veoma raščlanjene različnim manjim ili većim dragama i suhim dolinama. Budući da su po dnu i na ušću draga, osobito u Velebitskom Primorju, staloženi stari diluvijalni konglomerati, možemo zaključivati, da su drage nastale prije diluvija, dakle su pliocenske, a kako su terase raščlanjene dragama, to su one starije od njih. Drage se po cijelom Primorskom pojasu pružaju okomito na terase, pa radi toga rijeke, koje su stvorile drage, nisu mogle izraditi terase, koje se u Velebitskom Primorju pružaju paralelno s Planinskim kanalom. Kako su terase starije od draga, nastale su u pliocenu, kad je na mjestu današnjeg Planinskoga kanala bilo jezero, pa su terase nastale abrazijom pliocenskog jezera.

Iako je Skradinska površ danas disecirana kanjonima Zrmanje, Krke i Čikole, Milojević misli da je nastala erozijom onih rijeka, što su se prigodom nabiranja razvile u sinklinalnim zavalama dinarskoga smjera i denudacijom razvođa između tih zavala. U postpliocenu dok je površ bila u nivou izdanske vode, razvila se na njoj normalna riječna mreža s normalnim dolinama, koje su kasnije postale suhe, osim dolina Zrmanje, Čikole i Krke. Te



Snimio Z. Rosandić

2. *Hum Zir u Ličkom polju. Osnovka huma građena je od pločastih jurskih vapnenaca, a vrh od krednih vapnenaca.*



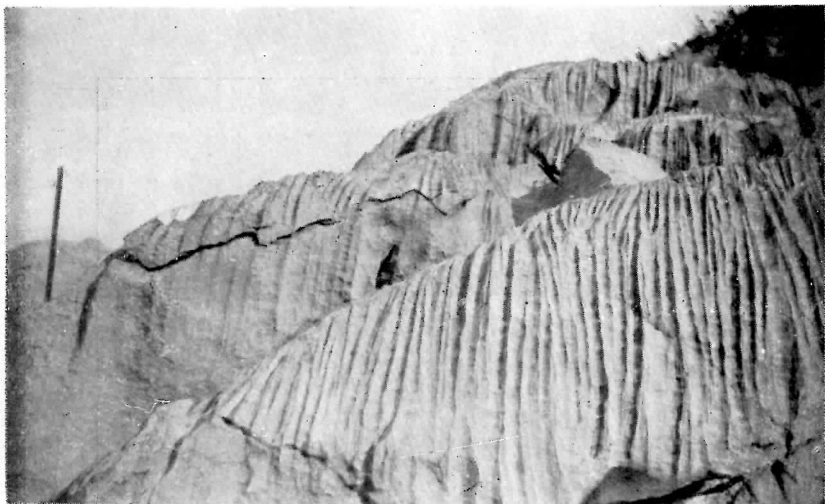
Snimio J. Poljak

1. *Kameniti most u donjokrednim kršnicima iznad Živih Bunara kod Jablanca.*



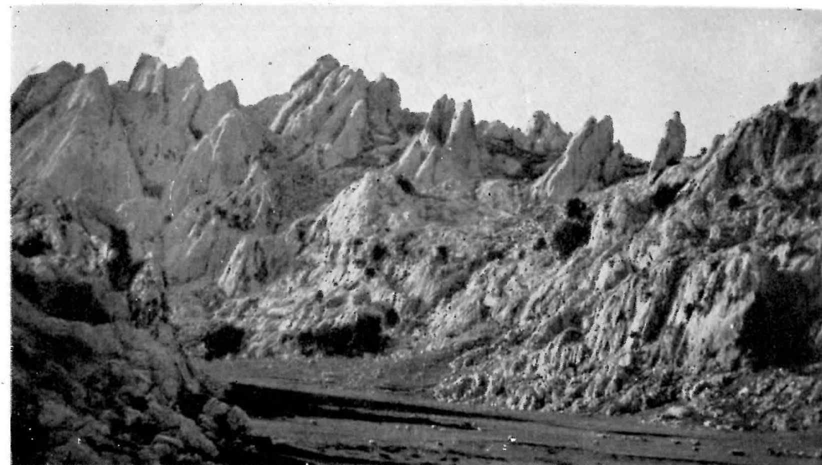
Snimio J. Poljak

1. Razvoj sitnih škrapa na slojnoj plohi jurskog vapnenca. Plana iznad Stalka (Velika Kapela).



Snimio J. Poljak

2. Sustav škrapa na površini donjokrednih kršnika iznad Jablanca u srednjem Velebitu.



Snimio J. Poljak

1. Tulove Grede u južnom Velebitu, izgrađene od donjokrednih kršnika. Na podnožju je dolac Poda Tulom, nastao denudacijom.



Snimio J. Poljak

2. Dobro razvijene pješčane piramide sa škrapama na površini u gornjem eocenskom pješčenjaku kod Lopara.



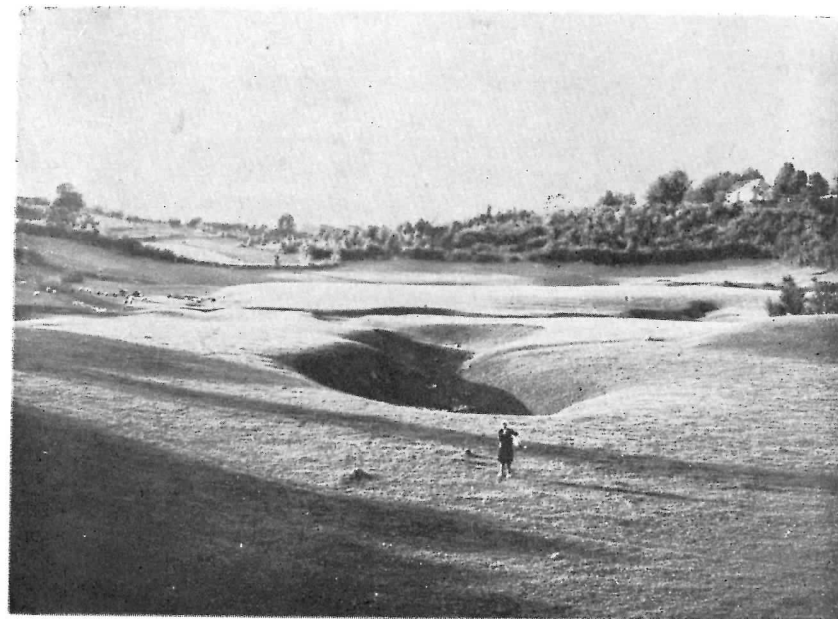
Snimio I. Horvat

1. Sustav vrtača pod Golićima u južnom Velebitu.



Snimio J. Poljak

2. Nizovi vrtača u gornjokrednim vapnencima na krškom polju Vučjak iznad Cerovca (Velebit).



Snimio J. Poljak

1. Ponori potoka Crnca kod Jezerana (Lika).



Snimio J. Poljak

2. Krško polje ispod Alina bila sjeverno od Marije Snježne (Velika Kapela).



Snimio J. Poljak

1. Različno djelovanje denudacije u eocenskom flišu i eocenskom numulitnom vapnencu, uz cestu iz Klisa prema Sinju.



Snimio J. Poljak

2. Sjeverni dio ledeničke doline Tisovice u Prenj-planini.



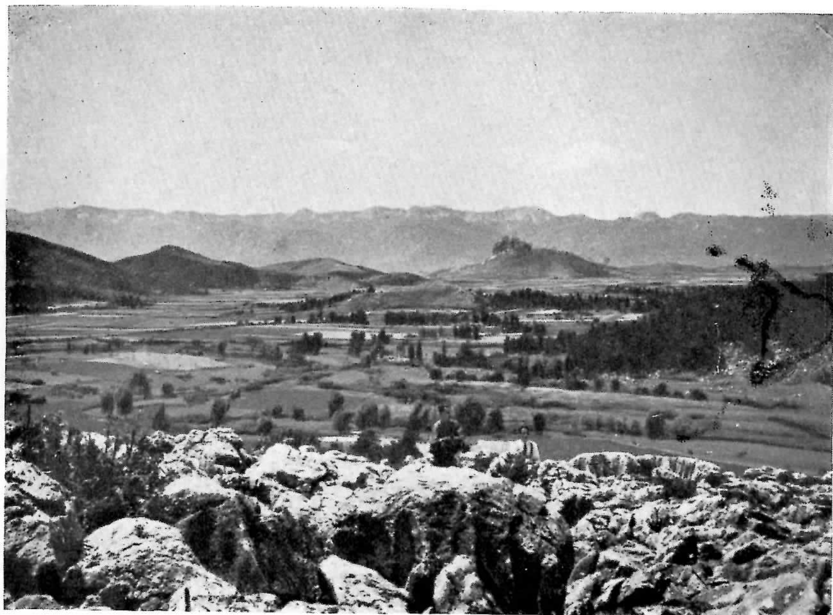
Snimio Z. Rosandić

1. Gacko polje, u pozadini Senjsko bilo.



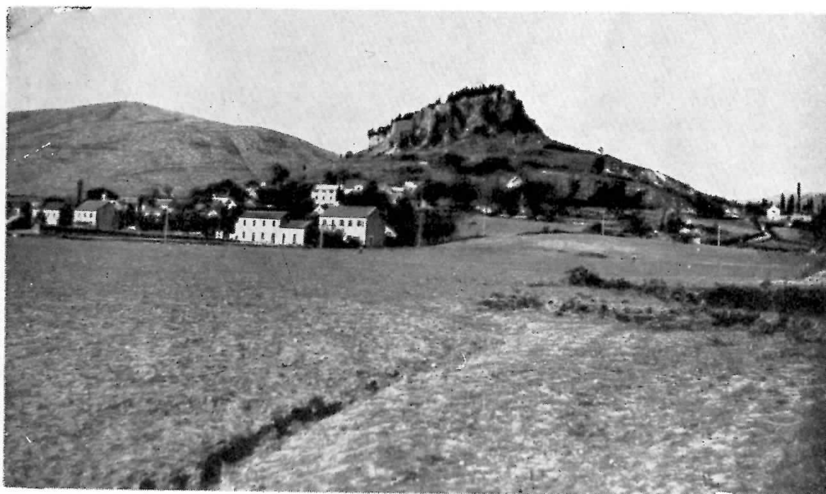
Snimio J. Poljak

2. Proseni dolac u Velikoj Kapeli: krška uvala u gornjem juri.



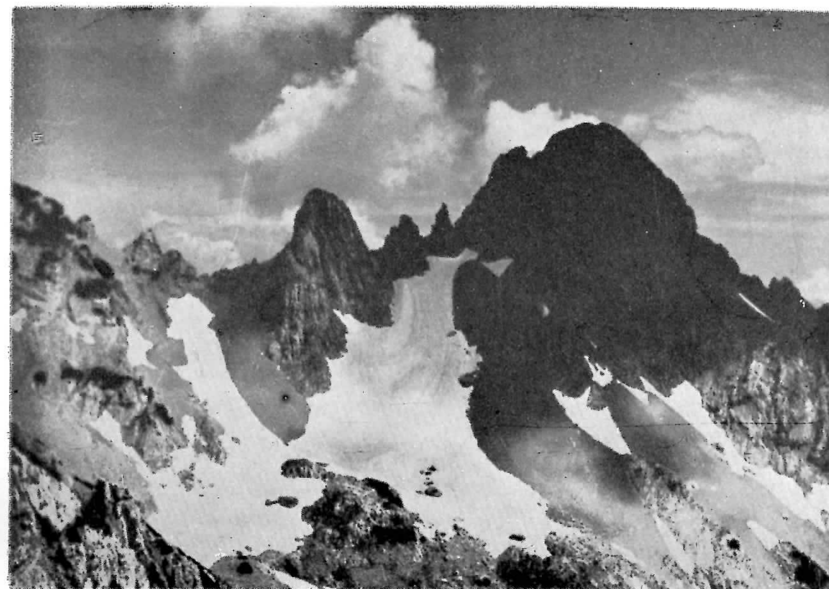
Snimio I. Horvat

1. *Ličko polje. — U pozadini nekoliko humova i bilo Velebita.*



Snimio J. Poljak

2. *Sinjsko polje. — Usred polja je brdo Kaštel, građeno od pliocenskih lapora i pijesaka, preko kojih leži pliocenski konglomerat.*



Fotozadruga

1. *Pogled na Prenj, kojega vrhunci daju sliku visokogorske krajine.*



Snimio I. Horvat

2. *Prenj. Pogled na Galić iz Glogova.*



Snimio I. Horvat

1. Gola Plješevica s juga.



Snimio I. Horvat

2. Dinara: Samari i okolina.



Snimio I. Horvat

1. Pogled na Velebit s otoka Paga.



Snimio I. Horvat

2. Gornji dio doline Lokvarke u Gorskom Kotaru.



Snimio J. Poljak

1. Krndija. Dolina Vođinačkog potoka ispod Ružice grada kraj Orahovice. Lijeva strana od pliocenskih naslaga, a desna na kojoj je Ružica od trijaskog dolomita i kristalinskih škriljavaca.



Snimio Z. Dugački

2. Diluvijalna terasa kod Sv. Nedjelje (Samobor).

su rijeke kasnije izduble svoja korita u obliku kanjona 40 — 80 m duboko *(29., 30.)*.

U donjem toku Cetine nalazi se 250 m visoka *Zadvorska površ*, koja se pruža s obje strane rijeke, pa čak i na njezinu ušću. Rasjedima je ona odijeljena od Ugljanske 350 m visoke površi, a ova je opet isto tako rasjedima odijeljena od Podske 450 m visoke površi, koja se nalazi u gornjem toku Cetine. Sve tri su ove površi stvorene kao jedna cjelina kontinuirano nagnuta niz rijeku Cetinu.

U doba, kad se ta površ stvarala, morala je biti podzemna voda blizu površine. Kad je površ bila izrađena, onda se u postpliocenu duž rasjeda izdigla najprije od obale Zadvorska, onda Ugljanska i konačno Podska površ.

Ove površi okružuju krška polja, koja su u njima spuštena. U poriječju Krke nalaze se Kninsko, Drniško, Petrovo i Kosovo polje, a u poriječju Cetine Cetinsko, Vrličko i Sinjsko polje. Tvorba ovih polja u današnjoj formi svakako je mlađa od površi.

U vrijeme *diluvija obalna linija Jadranskoga mora* bila je podvrgnuta čestim kolebanjima. Tako je zadnje negativno pomicanje obalne linije bilo veoma znatno, jer je radi toga postala kopnom cijela serija diluvijalnih sedimenata zajedno s jezerskim pliocenskim naslagama. Pozitivnim pomicanjem obalne linije, koje je iza toga nastalo, i koje traje još danas, more postepeno razara seriju diluvijalnih sedimenata. Prilikom prijašnjih pozitivnih pomicanja stariji sedimenti nisu bili u tolikoj mjeri razoreni, a to nam dokazuje, da se u postdiluviju kopno izdiglo. *Izdizanje kopna u postdiluviju* dokazuje nam diluvijalni pijesak morskog podrijetla, koji na Mljetu i Visu leži na visini od 84 — 100 m odnosno 75 — 99 m, kao i diluvijalni sedimenti Islamske sinklinale jugozapadno od Novigradskoga mora, koji se nalaze u visini od 111 — 165 m, dok ih nema u nižim položajima. Iz toga slijedi, da se spomenuta sinklinala u doba taloženja diluvijalnih sedimenata morala nalaziti u nižim apsolutnim visinama, pa su tek izdizanjem tla poslije diluvija došli u onaj niveau, gdje se danas nalaze *(127.)*.

Slično nam dokazuju negativno stanje obalne linije za vrijeme diluvija ostatci diluvijalnih sisavaca u brečama na školju Momorici, jugozapadno od otoka Zlarina, i na Bišagi između Murtera i kopna, pa na otoku Zlarinu, Šolti i Hvaru. Budući da ovi fosili potječu iz najstarijeg diluvija, to znači da su kanali početkom diluvija bili na suhu i da je obalna linija bila veoma niska *(127.)*.

Kolebanja obalne linije tokom diluvija bila su od velikog značenja za morfologijske procese na kopnu i otocima. Za vrijeme ledenog doba bila je obalna linija veoma nisko, podzemna je voda bila također duboko, pa je radi toga vertikalna i krška erozija bila veoma snažna, te su se na kopnu stvorile uvale i ponikve *(127.)*. Za vrijeme viših položaja obalne linije u vrijeme interglacijalnih i postglacijalnog doba, razina podzemne vode nalazila se također u višem položaju, pa je krška erozija bila veoma slaba

ili je štoviše i prestala djelovati. Fluvijalna erozija morala je za vrijeme nižeg položaja obalne linije biti veoma intenzivna. Ali jer negativni položaji obalne linije odgovaraju ledenom doba, rijeke su nosile velike količine šljunka, pa je zbog toga njihova erozijska snaga oslabljena (127.). Radi toga je u riječnim dolinama i na ušću prevladavala akumulacija. U vrijeme kad je položaj obalne linije bio visok, bila je prema tome i erozijska baza u višem položaju, a to je bilo za interglacijalnih i postglacijalnog doba, javljala se u gornjim tokovima rijeka regresivna erozija. Na taj način su raščlanjene naslage konglomerata na ušću Jablanačke drage i u Velikoj i Maloj Paklenici na Velebitu, kao i fluvioglacijalne terase u dolini Neretve.

Pozitivno pomicanje obalne linije, koje je započelo u *postglacijalno doba*, dostiglo je relativno znatan iznos u historijsko doba *(127.)*.

Otoci, poluotoci kao i kopnena obala u Primorskom pojasu protežu se smjerom pružanja Dinarskoga sustava i među sobom su rastavljeni kanalima, koji se pružaju u istom smjeru.

Milojević je razdijelio sve kanale po postanku u dvije skupine: tektonske i erozijske *(127.)*. *Tektonski kanali* imaju tu karakteristiku, što su obrubljeni eocenskom serijom sedimenata, koja počinje kozinskim vapnencima. Nastajali su kao depresije u dva maha: prigodom starijeg (postkrednog) i mlađeg postoligocenskog nabiranja, tako da su nakon prvog nabiranja imali najprije jednu kontinentalnu ili jezersku fazu, a onda morsku, a tako je bilo i poslije drugog postoligocenskog nabiranja. Takvog su postanka prema Milojeviću: Kvarnerić, Splitski, Hvarski, Viški i Korčulanski kanal. Na kopnenoj je obali na taj način nastao Šibenski zaljev, koji je kao sinklinalna zavala nastao u obliku depresije i u postkredno i postoligocensko doba.

Za drugu skupinu tektonskih kanala karakteristično je, što se nalaze u flišnim laporima i pješčenjacima, gdje se serija sedimenata, koja ih obrubljuje počinje eocenskim slojevima *(127.)*. Tu se pretpostavlja da su kanali kao depresije nastali jedino prilikom mlađeg postoligocenskog nabiranja. Takvi su: Zadarski i Kaštelanski kanal, jugoistočni dijelovi Hvarskog i Neretvanskog kanala, te Stonski i Mljetski kanal. Ovoj skupini pripada i Planinski kanal.

Ovakvog su postanka i mnogi zaljevi na kopnenoj obali i po otocima; tako: Bakarski, Ljubački, Ninski i Sukošanski zaljev, Makarska luka, te Tivatski i Kotorski zaljev, na Krku Omišaljska luka i luka Nove Baške, na Rabu Supetarski i Kamporski Porat i Loparska luka, na Pagu Staronovljanska draga i Čaška, zatim Paška, Dinjiška, Vlašićka i Povljanska uvala.

Skupina *erozijskih kanala* podudara se s pojasom dolomita, odnosno s pojasom onih naslaga, koje se u stratigrafijskoj seriji nalaze ispod rudistnih vapnenaca. Ovi su dolomitski pojasi snažnim djelovanjem erozije i denudacije pretvoreni u dolinske uvale a onda potopljeni. Na taj način su te depresije erozijskog podrijetla pretvorene u kanale *(127.)*. Takvi su Koločepski i Velikostonski kanal te zaljevi Gružki i Stari Porat. U zaljevu Dubrovačke župe potopljene su obje zone, izvanja dolomitna, koja je kao depresija erozijskog podrijetla, i unutrašnja flišna tektonskog podrijetla.

Većina je prijašnjih istraživača, kao Dana, Richthofen, Davis i drugi, tvrdila, da su kanali potopljene doline, dok je Milojević utvrdio da kanali nisu nikakve udubine, koje su nastale riječnom erozijom, jer izuzevši Zrmanju sve velike rijeke (Krka, Cetina i Neretva) teku pred svojim ušćem od sjeveroistoka prema jugozapadu, dakle gotovo okomito na slojeve, pa presijecaju bore, dok se kanali protežu tipičnim smjerom Dinarskoga sistema, te su usporedni s protezanjem slojeva. Nalaze se većinom u eocenskim flišnim pojasima, a grebeni, koji ih rastavljaju i tvore otoke, sastoje se od krednih vapnenaca. More je prodiralo u kanale od jugozapada, i na taj način ih poplavilo.

Otoci su rastavljeni među sobom još i tako zvanim *vratima*, koja spajaju kanale međusobno ili kanale i otvorenu morsku pučinu. Kao kanali tako su i vrata (prodori) tektonskog ili erozijskog podrijetla.

Tektonskog postanka su vrata nastala kao *prijevoji* (sedla) u uzdužnom profilu prigodom nabiranja ili izdizanja tla. Prigodom takvih tektonskih procesa uzdužni profil pojedinih antiklinalnih grebena nije dosezao svagdje istu visinu, pa se grebeni u uzdužnom profilu sastoje od viših i nižih dijelova, t. j. od glavica i prijevoja. Kod pozitivnog pomicanja obalne linije najniži prijevoji potopljeni su i pretvoreni u vrata *(127.)*. Takva su vrata: Privlačka, koja rastavljaju otok Vir od kopna; Tisno, koje rastavlja otoke Ugljan i Pašmana; zatim vrata, koja rastavljaju Dugi otok od Kornata; pa Ist od Molata.

Vrata nastala *erozijskim* načinom stvorile su rijeke, koje su tekle s kopna prema jugozapadu, pa su njihove erozijske doline kasnije potopljene.

Kao najljepši dokaz za to iznosi Milojević primjer jednog prodora na Pagu, koji nije potopljen, ali kojim otječe jedan potočić iz Kolanske uvale ispunjene pliocenskim jezerskim sedimentima prema Kvarneriću. Ovaj prodor gradila je svojom erozijskom snagom voda, koja je otjecala iz pliocenskog jezera u jugoistočnom dijelu Planinskoga kanala prema sjeverozapadu u udolinu Kvarnerića. Na taj način je nastao prodor, koji rastavlja sjeveroistočni vapnenački greben Paga od vapnenačkog kopnenoga grebena na jugoistoku *(127.)*.

Takav je prodor Sv. Ante, koji spaja Šibensku luku sa Šibenskim kanalom; prodor, koji spaja Bakarski zaljev s Riječkim, zatim prodor Verige u Boki Kotorskoj.

U vrijeme postoligocenskog nabiranja stvoreni su kao udoline svi kanali, koji se nalaze u eocenskim vapnencima i flišu, ali tom prilikom su one po analogiji s Planinskim kanalom i Ninskim zaljevom bile kopno s kontinentalnom hidrografijom. Međutim i mnogobrojne morfologijske pojave upućuju na isti zaključak. Obalna je naime linija na mnogim mjestima kopna usječena u diluvijalnim sedimentima, koji su kontinentalnog podrijetla, pa se na temelju toga mora zaključiti, da je more tek u postdiluviju prodrlo s jugozapada kroz prodore i poplavilo kanale. Ali diluvijalni sedimenti, koji izgrađuju obalu jugoistočno od Pakoštana, morskog su podrijetla, pa prema tome bismo morali zaključiti, da je more i tokom diluvija postojalo u kanalima. Međutim prema izmjeni kopnenih i morskih naslaga na obali Ninskoga zaljeva utvrđeno je, da je more tokom diluvija dva puta na kraće vrijeme poplavilo kanale. Na temelju svega toga može se zaključiti, da je za vrijeme *miocena i pliocena vladala u kanalima kontinentalna faza*, a za vrijeme *diluvija i postdiluvija* ispunjavale su se sinklinalne udoline današnjih kanala vodom i pretvarale se u *morske kanale (127.)*.

b) Pojas Visokoga krša

Kao nastavak Riječke uvale proteže se u sjeverozapadnom dijelu Primorja flišna *uvala Vinodola*, koja kod Novoga izbija na obalu Jadranskog mora. Iznad ove protežu se površi uskih primorskih lanaca do krškog velebitskog platoa od 800 m, iznad kojega strše velebitski vrhunci. Prema sjeveroistoku i istoku slazi cijela ta krajina u 300 — 400 m visoko poriječje Kupe. Sjeverozapadni dio te krajine između Hrvatskog Primorja, Velike Kapele i rijeke Kupe zaprema visoka krška zaravan *Gorskoga Kotara*, fluvijalnog podrijetla, a raščlanjena duboko urezanim dolinama Kupe i njezinih pritoka, malim krškim poljima Mrkopaljskim, Malim Ličkim (ime je dobilo po mjestu Lič), Lokvarskim i Gerovskim *(6.)*. Iz te zaravni ispinju se pojedini isponi, od kojih je najviši Risnjak 1528 m. Prema istoku prelazi Gorski Kotar preko rasjednih odsjeka u takozvani Niski ili Karlovački krš. Geologijska je građa Gorskoga Kotara veoma komplicirana radi velikih premaknuća slojeva.

Najstarije naslage potječu iz gornjega karbona i perma, iznad kojih se nalaze mezozojski škriljavci, trijadički dolomiti i jurski vapnenci.

Geomorfologijskom analizom utvrđeno je, da se u poriječju Kupe nalaze u obliku površi ostatci nekadašnjeg prostranog *pontskog ravnjaka*, koji se je pružao od Kvarnerskog Primorja sve do ruba Krša u Karlovačkoj kotlini. Površi se danas nalaze u različnim apsolutnim visinama radi nejednakog tektonskog ispinjanja pojedinih plasina. Tako su oko Karlovca visoke 200 m, kod Starog Trga i Ogulina 400 m, kod Broda Moravica i Broda na Kupi

600 m, u povirju Kupe i Čabranke 800 m, na Risnjaku i oko Delnica 900 — 1100 m *(105.)*.

Prema tome vidi se, da je najjače ispinjanje bilo u povirju Kupe. Međe između pojedinih različno ispetih površi protežu se po tektonskim rasjednim linijama, koje još i danas tvore strme rubove među susjednim površima različne visine.

S ispinjanjem Gorskoga Kotara počeo se razvijati krš u dolinama, pa se radi toga smanjio površinski slijev Kupe *(6., 105.)*.

Na jugoistoku prelazi Gorski Kotar u *Ličko-krbavsko visočje*, koje se proteže kao niz visokih krških polja i uvala *(30., 3.)* između Velebita sa zapadne, a Velike i Male Kapele i Plješevice s istočne strane.

Velebit se proteže od prijevoja Vratnika (698 m) iznad Senja, gdje po Cvijiću prolazi transverzalni rasjed kao nastavak Vinodolske uvale *(30.)*, do rijeke Zrmanje u duljini od 165 km. Sastavljen je od mnoštva kratkih grebena s visokim vrhuncima, od kojih je najviši Vaganski vrh 1758 m. Između pojedinih grebena nalaze se duboke uvale, dulibe. Gorski prijevoji, Oštarijski, 924 m nad Karlobagom, i Veliki Alan, 1412 m, dijele ga na sjeverni, srednji i južni Velebit.

Od Ličkog i Gackog polja, koja se pružaju uz njegov istočni podanak, odijeljen je Velebit rasjedima na kontaktu paleozojskih škriljavaca i pješčenjaka, te trijadičkih slojeva. Tektonska građa Velebita je prema dosadašnjim istraživanjima posve jednostavna, jer predočuje veliku antiklinalu, kojoj je istočno krilo spušteno smjerom dugoga rasjeda na njegovu istočnom rubu.

S istočne strane obrubljena je Ličko-krbavska zavala *Velikom Kapelom*, u kojoj je najviši vrh Bjelolasica 1533 m, a nešto niži Klek 1183 m, zatim *Malom Kapelom* s najvišim Seliškim vrhom 1280 m, te konačno *Plješevicom* s najvišim vrhuncem Ozeblinom 1657 m, koja se u izvorištu Zrmanje približava Velebitu.

Sve tri ove planine građene su pretežno od trijadičkih, jurskih i krednih naslaga, pa prema Cvijiću tvore odsjeke longitudinalnih rasjeda, u kojem se smjeru tlo spustilo te se formirao Karlovački krš, ili prema Krebsu *(104.)* Slunjska krška ploča, koja se prema istoku proteže do ruba Panonske nizine.

Ličko-krbavska površ predočuje prostranu *kršku denudacijsku površ*, 500—700 m visoku, koja je poprečnim vapnenačkim lancima razdijeljena u tri krška polja: Ličko, Gacko i Krbavsko. U hidrografijskom pogledu svako je od tih polja jedna cjelina.

Velik broj *humova*, za koje je već 1900. Gorjanović *(68.)* mislio da su erozijski oblici, daje cijeloj površi osobit značaj, a ispinju se 300 — 400 m iznad ravnine površi, okomitih su pristranaka i jasno omeđeni prema ravnini površi. Po oblicima, koji su nastali kod Ostrovice sjeveroistočno od Gospića, kao i kod Klanca, ne može se sumnjati da je površ nastala fluvijalnim poravnanjem, ali ima mnogobrojnih oblika, po kojima zaključujemo da se je

proširivanje površi zbivalo i utjecajem drugih sila, napose krške denudacije *(104.)*.

Na sjevernom kraju Ličke površi nalaze se na obje strane rijeke Like uvale Vaganca i Kaluđerovca, nešto poravnjene točno u nivou površi. Obje su uvale udubljene sve do nivoa površi, te su krškom denudacijom proširene na obje strane. Na zapadnom rubu Ličke površi, između Pazarišta i Trnovca, nalaze se asimetrijske plasine, u koje prodire površ u obliku uvala u istom nivou, a nastale su krškom denudacijom. Tako se pomalo odjeljuje plasina Crne Kose, visoka 935 m, od Velebita, pa je njezin južni kraj već rasječen u nekoliko humova. Na taj način širi se površ i prodire u visočje, kojeg pomalo krškim trošenjem odnosno denudacijom nestaje. Posvuda se vide na rubovima visočja u visini od 670 do 700 m poravnjene plohe, pa ovom višem nivou odgovaraju uvale rubne zone Velebita i dolinske terase u području, gdje doline dublje prodiru u visočje.

Ovako poravnjene plohe obrubljuju i polja Krbavsko, Podlapačko i Gacko. Tu prevladavaju isti elementi oblika kao i u Ličkom polju odnosno površi, samo što sve skupa leži nešto više. Gornji nivo nalazi se u visini od 750 — 770 m, dok samoj Ličkoj površi odgovaraju polja Podlapačko (660 m), Krbavsko (630 m), Krbavičko (650 m), Koreničko (650 m) pa i nešto dublje Bilo polje (604 m). Sva ova polja pokazuju isti stadij plohastog poravnanja. Sva se ona nalaze djelomice u inundacijskom nivou, dakle u nivou, koji je još i sada erozijska (denudacijska) baza okolišne krške krajine. Kao što su sadašnja polja nastala spajanjem krških uvala, tako će se ona stopiti u još veće poravnjene površi *(104.)*. Najljepši primjer za to daje sjeverni i zapadni rub Krbavskog polja, gdje su prijećke između njega i susjednih polja denudacijom tako snižene i krškim uvalama raščlanjene, da im se nivo nalazi samo nekoliko metara iznad dna polja.

Prema tome vidimo ovdje, da se *susjedna polja nalaze od prilike u istoj razini* i da se njihova visina slaže sa susjednim poravnanim plohama, s dolinama i s dolinskim terasama. To dokazuje, da je u krškim krajinama postojalo stepenasto odnošenje sve do *tadanje razine podzemne vode*. U njezinu opsegu erozija nije mogla više zahvatiti u dubinu, već se pretvorila u lateralnu eroziju ili u denudaciju krša i tako stvorila plosnate ravnjake odnosno površi. Taj proces razvijao se prema Krebsu *(106.)* od prilike ovako: u isto vrijeme s odnošenjem (denudacijom) površine povećavali su se hodnici spilja u opsegu razine podzemne vode. Spilje su se povećavale lateralno i prema gore, pa je njihov pokrov postajao sve tanji, dok se konačno nije u njih urušio. Na taj način rubovi zavala i površi, koje se nalaze u razini podzemne vode, sve se više pomiču ili prodiru uz brdo, dok strmina pristranaka ostaje uglavnom ista, jer nema površinske erozije i odnošenja.



Sl. 4. Površi u sjeverozapadnoj Hrvatskoj (po N. Krebsu).

Snizi li se razina krške vode, tada ravni postaju ponovo plijenom kršenja, ali se još dugo čuvaju kao oblik, jer nema sila, koje bi odnosile materijal, a k tome ilovasti pokrov po poljima i ravnjacima priječi kršenje.

Ovakvo shvaćanje postanka krških polja u Ličko-krbavskom visočju ne odgovara Grundovu mišljenju, da je većina velikih

polja u našem Kršu nastala tektonskim prolomom *(76.)*, nego se više slaže s Cvijićevim naziranjem, da su mnoga polja nastala poravnanjem uvala *(14., 16., 30.)*. To potvrđuju i istraživanja Terzaghija, koji tvrdi, da je Gacko polje nastalo spajanjem pojedinih krških uvala *(175.)*.

Međutim, ni jedno od ovih mišljenja ne možemo općenito protegnuti na sva polja u našoj domovini, jer su i geologijsko-tektonske a i morfologijske prilike u pojedinim krajinama različito djelovale.

Cvijić je svoje mišljenje o postanku polja izgradio većinom na istraživanju bosansko-hercegovačkih polja, polazeći od pretpostavke, da su se polja razvila iz krških uvala upravo tako, kako su se uvale razvile iz krških dolaca. Radi erozije nastaje uvala sve dublja i prostranija, pa kad dno uvale *dosegne razinu krške podzemne vode, počinje se dno uvale širiti* na sve strane u obliku jedne ravne plohe. Tokom vremena uvala postaje sve prostranija, pa se uslijed krške denudacije snizuju pregrade između više susjednih uvala, koje se onda stope u jednu cjelinu i tako nastaje veće polje. Da je takvo polje sastavljeno od više uvala, vidi se po prije čkama, koje su rastavljale pojedine uvale i koje su se i danas na mnogim mjestima sačuvale. Denudacijom se polje sve više širi, a tome pomažu izvori i rijeke, koje dno polja poravnavaju i još više šire. Od pregrada, koje su rastavljale pojedine uvale, održavaju se samačka brda kao humovi. Taj je izraz Cvijić uveo kao termin u međunarodnu znanstvenu književnost. S ovim Cvijićevim naziranjem o postanku polja slaže se potpuno, kako je Krebs pokazao, postanak polja na Ličko-krbavskoj površi. Ako denudacija s riječnom erozijom dosegne razinu podzemne krške vode, pa ako su i klimatske prilike povoljne, nastaju od polja jezera, pa u tom slučaju u izgradnji reljefa u polju sudjeluje i *jezerska abrazija.* To se moglo dogoditi pod utjecajem mnogih faktora, ponajviše radi hladnijeg i vlažnijeg podneblja na kraju neogena i u diluviju, kako je to Cvijić opazio po sedimentima i terasama bosansko-hercegovačkih polja. Jezera su dakako krajem diluvija počela nestajati, tako da su se prilike u poljima približavale današnjem stanju *(122.)*.

Kasnije je Cvijić dao mnogo veću ulogu tektonskim utjecajima na razvitak krških polja, jer je mislio, da tektonski procesi moraju najprije stvoriti zavalu jednog polja, a onda tek krška erozija i denudacija izrađuje samo ravno dno polja, proširujući uvale. Tome dakako pomažu potoci, rijeke i poplave. U mlađem stadiju polja spušta se po Cvijićevu mišljenju humidna zona sve dublje, tako da poplave u poljima polagano potpuno prestaju, ako je polje na dosta visokom položaju *(12., 122.)*. Grund misli, da su krška polja *tektonske zavale*, jer im se rubovi gotovo potpuno slažu s rasjedima *(75., 76.)*. On se slaže s Cvijićevom teorijom o postanku uvala iz dolaca, ali je odbija za krška polja, jer misli da kemijska erozija u poredbi s mehaničkom nije dostatna, da izdube tako velike

zavale. Kad je tektonskim načinom nastala zavala na području nekog polja, onda se najprije napunila vodom u obliku jezera, koje je površinski otjecalo. Otjecanje vode po površini zbivalo se sve dotle, dok se nije razina krške podzemne vode spustila dublje, a s njom se snizila i visina jezerske vode. Od tog vremena voda je počela otjecati podzemnim putem, te se tu počeo stvarati krš.

Spuštanje razine krške podzemne vode dovodi Grund u vezu sa spuštanjem morske razine u Panonskoj i Jadranskoj zavali *(75.)*.

Terzaghi *(175.)*, koji je istraživao krš u Lici, specijalno Gacko polje, osobito je istaknuo, da su tektonski rasjedi odlučujući za oblik polja. Posebno se međutim zaustavlja na pitanju, kako je nastalo ravno dno polja. U prvom redu čini mu se nemogućim, da je dno polja rasjedima spušten stari ravnjak, a onda odbacuje i tu misao da je dno polja izradila riječna erozija. On drži da je polje nastalo rasjednim prolomom, a iza toga su se *ispod šumskog pokrivača denudacijom stvarale uvale*, koje su polagano narasle do većih dimenzija. Tada su se počele pojavljivati poplave, jer je dubina uvala dosegla kršku podzemnu vodu, tako da se na dnu uvala mjesto humusa počela skupljati ilovača, koja upija mnogo vode te je kao nepropustan sloj ne otpušta vapnenačkoj podlozi, pa je tako čuva od daljnjeg utjecaja denudacije.

Na uvalama, gdje se zadržao šumski pokrivač, nastavlja se denudacija vapnenačkog reljefa sve dotle, dok se tlo toliko ne snizi, da ga dosegne poplava, koja uništava šumu. Čim poplave dosegnu denudiranu zaravan uvale, ona se prevuče slojem ilovine, a ilovina joj sačuva ravno dno. Na taj način se ravno dno polja širi, pa se susjedne uvale u istoj visini ujedinjuju, jer u cijeloj zavali nastaju poplave do jednake visine. Tako nastaje ravno dno polja.

Ako se razina krške vode radi tektonskih ili kojih drugih razloga spusti, nestaju poplave, a dno polja pokrito ilovinom ostaje sačuvano kao skamenjena ravan, pa rijeka u njoj urezuje dolinu u obliku kanjona *(122.)*.

Krebs navodi dokaze iz Alpa protiv Terzaghijeva shvaćanja o bržem postanku krških uvala ispod šumskog pokrivača, jer bi se prema tome u šumi krška denudacija brže zbivala nego na otvorenim krškim krajinama *(104.)*.

Katzer *(81.)* naglašuje, da se postanak krških polja, koja se većinom nalaze između pojedinih tektonskih crta, ne mogu pravo shvatiti samo kao tektonske zavale. On misli, da je *svako polje bilo najprije normalna dolina* s normalnim površinskim otjecanjem, tako da je površinska hidrografija na njemu stvorila reljef. Kasnije su tektonski procesi izdignuli područje polja nad susjednu krajinu te su prouzročili, da je radi toga voda slijedeći spuštanje krške podzemne vode stala *otjecati podzemnim putem*, a posljedica toga je bila razvitak polja u današnjem obliku.

Slično tumači postanak polja i Kossmat, koji je istraživao slovenska krška polja. On također tvrdi, da su se krška polja razvila iz normalnih dolina, i to u vrijeme, kad su za velikog pontskog poravnavanja tektonske sile izdignule taj dio Zemljine kore, pa je radi toga voda počela otjecati podzemno *(122.)*.

Prema tome vidimo, da većina geomorfologa odbacuje misao o tektonskom postanku polja, iako se svi slažu u tome, da se zavale krških polja nalaze na tektonskim crtama odnosno rasjedima. Težište je cijelog problema zapravo u postanku ravni, koja tvori dno polja. Pitanje je naime, da li se ta ravan razvila kao produkt krške erozije u svezi s podzemnom vodom, ili je ona produkt lateralne erozije površinskih tekućica.

Svakako je vjerojatno, da sva polja nisu nastala na isti način, a često i pojedini dijelovi istog polja mogu imati različit postanak i razvitak *(12., 14., 16., 81., 104., 163., 165.)*. Kod toga se ne smije zaboraviti uloga, koju je za eroziju, bilo normalnu bilo kršku, prouzročilo ledeno doba.

Prema Krebsu *(106.)* razvio se sjeverozapadni dio Dinarskoga krša tako, da su se iza nabiranja, pa i nakon odnošenja razvili prostorno ograničeni plasinasti isponi, kojima duguju svoj postanak najglavniji gorski vijenci: Velebit, Kapela, Plješevica, kao i drugi vijenci koji se protežu dinarskim smjerom. Ali sve te gore nisu imale svojih današnjih visina, a uvale i riječne zaravni među njima bile su neznatno više od dna Kvarnera i Slunjske površi, koje su se mogle razviti tokom dugotrajnog tektonskog mirovanja. Tek je tada nastalo ponovo razmicanje cijelog sjeverozapadnog dijela Dinarskog sustava u našoj domovini, bilo u obliku plošnih fleksura, bilo uz rubove rasjeda odnosno lomova, a uz to su se relativno jednolično i neznatno ispinjale Slunjska i Bihaćka ploča, dok se je Kvarner spuštao.

Ova *mlada ispinjanja, koja su nastala u gornjem pliocenu i na mijeni kvartara*, stvorila su današnji reljef i suzila prostor površinskog odvodnjavanja, koji je prije bio mnogo veći. Unutrašnje zavale Ličko-krbavskog visočja bile su bez odviranja već u donjem pliocenu ili u gornjem miocenu, dok je još Panonska nizina dopirala do Ogulina, Plaškoga i Bihaća *(104., 105., 106.)*.

Pojas Visokog krša proteže se od Ličko-krbavske površi dalje prema jugoistoku pa je na istoku omeđen Skopskim rasjedom u dolini gornjeg Vrbasa, a na zapadu Dinarom, dok se prema jugu nastavlja u širokom pojasu preko Neretve sve do Prokletija *(30.)*. Cvijić *(30.)* je to područje nazvao »Razvršjem i površima«, a Milojević *(135.)* ga zove »*Bila i polja*«. Ono je građeno uglavnom od mezozojskih vapnenaca i dolomita, ispod kojih se nalazi paleozojsko kamenje. Slojevi su vapnenca neznatno nagnuti u blagim borama ili su gotovo horizontalni. Odsječeni su valovitim površima, pa se sve planine ovoga pojasa čine poradi toga kao visoravni,

s kojih se ispinju tu i tamo najviši grebeni i vrhunci. Isponi su sve viši prema jugoistoku.

Mlađi su sedimenti ovdje zastupani u uskim pojasima eocenskog fliša, dok su u krškim poljima staloženi tokom neogena jezerski sedimenti.

Pojas bila i polja nastao je uglavnom *nabiranjem*, ali su i *rasjedi* u dinarskom smjeru od velikog značenja za postanak cijele ove krajine. Najmlađi su tu nabrani sedimenti flišni lapori i pješčenjaci eocenske starosti. Prema tome se je nabiranje dogodilo poslije eocena. U krškim su poljima staloženi i jezerski neogeni sedimenti, pa kako oni nisu nabrani, moralo se nabiranje dogoditi prije neogena, dakle negdje u oligocenu, odnosno oligomiocenu *(135.)*. Često se međutim na sjeveroistočnom rubu polja nalaze starije naslage na neogenima, pa je to znak, da je tektonskih pokreta bilo i poslije neogena.

Prilikom nabiranja i poslije njega vladala je u ovoj krajini epoha *fluvijalne i krške erozije*, koja je stvorila visoke površi kao ostatke starog miocenskog reljefa. Prema Grundu *(75., 76.)* stvarale su se ove površi od donjeg miocena do donjeg pliocena *(156.)*, dok je po Cvijiću *(25.)* to trajalo sve do gornjeg pliocena. On drži, da se dalmatinsko-hercegovačke površi protežu kao prostrane trupinaste površi preko cijelog sjevernog Dinarskog gorja. U svoj sadašnji visinski položaj došle su dislokacijama u gornjem pliocenu te imaju očigledan značaj visokih površi (Dinara. Troglav, Prenj, Bjelašnica, Treskavica, Visočica).

Tomu protuslovi nazubljenost nižih ravnjaka s trupom krških visokih grebena, jer se visoki krški grebeni ispinju na erozijskim a ne na rasjednim rubovima, pa prema tome gornje razine imaju karakter primarnih trupina *(120.)*. S tim se slažu i Kossmatova opažanja u Sandžaku *(102.)*.

Prema tome su tu površi nazubljene s višim grebenima, te su nakon njihova stvaranja lokalno savijene i to općenito ispod razine denudacije odnosno razine krške vode, tako da su se na tim mjestima stvorile slatkovodne naslage *(120.)*.

Valovite visoke površi ispinju se općenito u toj krajini prema istoku sve do 1600 — 1800 m, pa se ona mora shvatiti kao *višestruko savijeni svod*, koji strmo slazi prema srednjodalmatinskom mosorskom području kao i prema području gornjeg toka Une.

U zavalama toga pojasa pripadaju miopliocenski sedimenti jednoj od prvih faza mlađih pokreta, koja se svršila tvorbom površi, dok su u drugoj fazi spuštena polja. Ta su opet raščlanjena mlađim terasama *(119.)*, koje su se stvarale većinom u neogenim jezerskim naslagama.

Dok se prigodom nabiranja tlo ispinjalo, nastali su postepeno uvjeti za kršku eroziju, pa se tu intenzivno razvijao krš. Kad su su međutim u neogenu stvorila u krškim zavalama jezera, i kad je njihova razina nabrekla, oslabio je proces razvitka krša. Poslije

neogena voda je otjecala iz jezera, pa je ta nova erozijska epoha uvjetovala isušivanje krških zavala i polja, te ponovno pojačanje razvitka krša.

Tako se u ovoj krajini mogu razlučiti *dvije epohe u razvitku krša*, rastavljene jednom epohom u neogenu, kada je razina jezerske vode bila visoka, pa je radi toga razvitak krša znatno oslabio *(135.)*.

Između Skopske zavale na istoku i Dinare na zapadu Cvijić *(30.)* je razlučio tri krška bila nazvavši ih prema najvećim odnosno najvišim planinama i to: bilo Raduše, Vitoroga i Šatora, dok je Milojević *(135.)* obuhvativši u tu krajinu mnogo veću površinu (na sjeverozapadu sve do Snježnika) razdijelio na bilo Raduše, bila Grmeča i Cincara, bila Kapele i Šatora, te bila Snježnika, Velebita i Dinare.

Bilo Raduše (1956 m) nalazi se između Skopske kotline te Kupreškog, Vukovskog i Ravnog polja. Ono je površinsko razvođe između Vrbasa i velikih polja zapadne Bosne, jer slijevu Vrbasa pripada i sjeverozapadni dio Kupreškog polja.

Bilo Vitoroga (1907 m) nalazi se između Kupreškog, Vukovskog i Ravnog, te Glamočkog i Duvanjskog polja. Tu su glavne planine Vran (2074 m), Ljubuša (1797 m), Cincar (2006 m), Crna gora (1650 m), Crvljivica (1960 m).

Bilo Šatora (1872 m) nalazi se između Glamočkog i Duvanjskog, te Livanjskog, Grahovskog i Pašića polja. Glavne su mu planine Tušnica (1700 m), Golija 1890 m), Staretina (1490 m) i Vijenac (1540 m).

U južnom dijelu ovoga područja planine su u obliku prostranih visoravni, s kojih se ispinju pojedini grebeni. Takve su planine: Čvrsnica (2228 m) koju su pritoci Neretve razlomili u više visoravni, jer su se regresivnom erozijom njihove doline produžavale i rasijecale nekad cjelovitu visoravan, te Prenj (2102 m) koji se nalazi u velikoj okuki Neretve između Konjica i Jablanice, te se vrlo strmo spušta u dolinu Neretve. Između pojedinih bila nalaze se velika krška polja.

Grund je po postanku razdijelio sva krška polja na tri skupine *(75., 76.)*, na *tektonska, ispražnjena i akumulirana ili nasuta*. U prvu skupinu ubraja on polja, koja su nastala *spuštanjem tla* uz rasjedne linije. U drugu skupinu ubraja ona polja, koja su nastala mehaničkom *erozijom rijeka*, koje su tekle po nepropusnom tlu zavala, te su tako mogle odnijeti sve sedimente, koji su se razvili na površini. Pošto su odnijele sve lako trošive i nepropusne naslage, dok je vapnenac okolo ostao, one su mogle stvoriti izolirane i ravne udubine. Ispražnjivanje zavala dogodilo se djelomično nadzemnim, a djelomično i podzemnim putem. Treću skupinu tvore polja, koja su nastala akumulacijom ili *nasipanjem*.

Na temelju te razdiobe, Grund je sva polja nastojao uvrstiti u jednu od ovih skupina, iako je i sam uvidio, da se to ne može

u svakom slučaju potpuno i uvjerljivo izvršiti, jer je kod postanka gotovo svakog polja bilo više različitih faktora, koji su uvjetovali i oblik i građu.

Među najinteresantnijim su poljima *Kupreško* i *Vukovsko*, koja ide u red najviših dinarskih polja uopće. Cvijić *(14., 16.)* je mislio, da je Kupreško polje, kao i ostala druga polja zapadne Bosne, bilo u neogenu jezero. Jezero Kupreške zavale otjecalo je preko Malovan sedla prema Duvanjskom polju, koje je također bilo jezero. Prema tome bi morala zavala Kupreškog polja u svom središnjem dijelu, gdje se nalaze neogene naslage, postojati već u ovoj jezerskoj epohi. Takvi su Cvijićevi izvodi bili veoma jednostavni, a zaključci tako općeniti i uvjerljivi, da su bili i kod kasnijih morfologijskih istraživanja preuzeti kao utvrđene činjenice. S Cvijićevom jezerskom teorijom o postanku zavale Kupreškog polja složili su se Grund *(75.)* i Richter *(160.)*.

Prema Cvijiću je Kupreško polje primjer postanka jednog kompozitnog (složenog) polja, koje je nastalo spajanjem od više uvala *(16.)*. Današnji dijelovi Kupreškog polja: Riličko i Blagajsko polje bili su prvotno samostalne skupine uvala, koje su horizontalnim razvitkom srasle sa središnjim dijelom polja (Kupreškim poljem u užem smislu). Ovaj se proces sraščivanja krških uvala događao tek nakon jezerske faze.

Roglićevim *(164.)* istraživanjima u tom području utvrđeno je, da je posve suvišno tražiti abrazijske forme, jer samo Kupreško polje nema ništa zajedničko s nekadašnjom jezerskom zavalom.

Najvažniji tektonski procesi počeli su djelovati tek nakon jezerske epohe, a od njih su najznačajniju ulogu imali *rasjedi* na južnom i jugozapadnom rubu polja. Vjerojatno je, da su te rasjedne linije već prije postojale, pa su kasnijim poremećenjima ponovno aktivirane. S njima počinje epoha mlađeg isprekidanog ispinjanja, pa su tim procesima došle jezerske naslage Kupreškog polja u takav položaj, u kojem nisu mogle biti tako lako erodirane. Nema sigurnih nalaza, po kojima bi mogli zaključiti, kolika je bila njihova primarna tvorba i koliko su mogle biti mlađim erozijskim procesima erodirane. Svakako je utvrđeno, da ni sadašnje raširenje tih slatkovodnih naslaga ni samo Kupreško polje nema ništa zajedničko s oligomiocenskom jezerskom zavalom Kupreškog polja.

Razina od 1190 — 1200 m, koja se proteže na rubu polja prikazuje jednu široku i otvorenu dolinu, koja je imala obris i položaj današnjeg polja. Njezin oblik i nalaz kremenog šljunka dovoljan su dokaz za fluvijalno podrijetlo razine. Ovaj fosilni oblik odgovara dugoj epohi tektonskog i erozijskog stabiliteta.

Postojanim izdizanjem cijelog područja došao je proces razvitka krša do prevlasti. Normalno je otjecanje bilo prekinuto, jer su se rijeke gubile u ponorima, koji su se razvili uz rasjedne linije, jer su tu bili razvijeni čisti vapnenci.

Sve jačim razvitkom krša oslabile su rijeke te su se odijelile u manje riječne sisteme. Tako je nastao sadašnji komplicirani izgled dna polja, te njegov slaz u različnim smjerovima.

Na temelju istraživanja fosilnih oblika i aktivnih procesa zaključuje Roglić, da su rijeke tu primarne pojave, jer su tek nakon razvitka krša bile ograničene na manja područja, te su na taj način došle do izražaja različne hidrografijske osobine kamenja. Prema tome područje Kupreškog polja nije nastalo sraščivanjem i sjedinjivanjem više uvala u jednu cjelinu, nego baš obrnutim procesom, da se *primarna jedinstvena cjelina dna polja razlučila u više uvala i dolina (164.).*

Za *Duvanjsko polje* tvrdio je Cvijić (16.), da je kao i ostala krška polja nastalo horizontalnim proširivanjem i spajanjem krških uvala, dok je Grund *(75.)* mislio, da je nastalo tektonskim ulegnućem. Obojica se slažu u tome da današnja ulegnina polja odgovara nekadašnjoj jezerskoj zavali i da su terase na rubu polja nastale prigodom splašnjavanja jezera. Roglić *(163.)* je novijim istraživanjima utvrdio, da se ulegnina Duvanjskog polja ne smije identificirati s nekadašnjom jezerskom zavalom, jer je jezero imalo mnogo veću površinu, nego što je ima sadašnja ulegnina Duvanjskog polja.

Ulegnina Duvanjskog polja, u kojoj se slatkovodne naslage nalaze između otpornijih vapnenaca, nastala je tektonskim procesima, koji su jezerske sedimente veoma različno poremetili. Nakon jezerske faze došlo je do snažnih uglavnom epirogenetskih pokreta, koji su se izmjenjivali s duljim epohama mirovanja.

Roglić je na sjeveroistočnoj strani polja našao sigurne tragove dviju terasa, a na jugozapadnoj strani tragove četiriju terasa *(163.).* Na temelju toga Roglić misli, da je tvorba današnjih oblika mlađa od jezerske faze i od pokreta, kojima su slatkovodne naslage poremećene. Ovim mlađim poremećajima slatkovodne su naslage izdignute ili spuštene i tako su dospjele pod utjecaj eksogenih sila. U toku ove erozijske faze počinje se očitovati razlika između otpornijih starijih vapnenaca i mlađih laporastih jezerskih naslaga. Manje otporne i nepropusne jezerske naslage bile su izložene normalnom erozijskom procesu. One su brzo erodirane, a na vapnenačkoj podlozi počeo se razvijati krš. Bolje sačuvane ostale su slatkovodne naslage samo u tektonskoj ulegnini današnjeg polja, gdje su bile manje izložene eroziji.

U razvitku Duvanjskog polja osobito su važne razine odnosno terase, koje naznačuju rub polja. Njihova različna visina i ograničeno rasprostiranje dokazuju, da su bile izrađene tekućicama, koje su na različne strane otjecale, te su kod toga mekaniji materijal otplavile i na taj način stvorile u polju aluvijalne ravnice. Na kontaktu između aluvijalnih ravnica i vapnenaca došlo je do intenzivnih korozijskih procesa. Na taj način stvorila se u vrijeme duljeg mirovanja *korozijska razina,* koja se proteže uz cijeli sjeveroistočni rub polja na visini od 917 — 928 m. Kad bi ove rubne razine bile abrazijske terase, morale bi se nalaziti posvuda na rubu.

Drukčija je terasa visoka 875 m, koja se proteže po valovitom brežuljastom tlu građenom od slatkovodnih naslaga. Po grubljem kremenom šljunku, koji se nalazi u dubljim dijelovima terase, može se zaključiti da je to akumulacijska terasa. Ona se sastoji od jezerskih lapora i pješčenjaka, a ti potječu kao naplavine sa viših dijelova brežuljastog tla. Na erozijske i akumulacijske procese utjecala su osobito kolebanja klime u vrijeme ledenog doba. Po položaju, rasprostranjenju i odnošajima kvartarnih naslaga prema morfologijskim formama može se opaziti, da je morfologijski razvitak Duvanjskog polja bio uglavnom završen prije početka kvartarnih klimatskih promjena, dakle prije ledenog doba.

Prema tome je zavala Duvanjskog polja *tektonski uvjetovana,* ali je izrađena *erozijskim procesima u postjezerskoj fazi* i to u srednjem i gornjem pliocenu i u donjem kvartaru *(163.).*

U *Glamočkom polju* mogu se izlučiti dva dijela. U prostranijem Gornjem polju našao je Cvijić *(14., 16.)* tri terase: najviša je terasa izrađena u vapnencu 930 m visine, i za nju tvrdi, da je nesumnjivo neogena; starija diluvijalna terasa izrađena je u neogenim laporima i glini u visini od 920 m, a mlađa je diluvijalna terasa izrađena u laporu i diluvijalnim nanosima, 912 m visoka.

Glamočko polje bilo je u neogenu u glavnom istog oblika i dimenzija kao i sada. Dno je u cijelom polju sastavljeno većinom od neogenih lapora, koji su mjestimice gotovo potpuno odneseni.

U Donjem polju je najviša terasa od 930 m visine izrađena u vapnencu, ali je rijetko gdje dobro sačuvana. Nešto niža je ona na jugozapadnoj strani izrađena u vapnenom pijesku i šljunku, koji je među sobom slijepljen poput konglomerata. U najnižem kraju Donjeg polja nalazi se jedna recentna terasa, koja predočuje sadašnje najviše stanje vode.

Razina tercijarnog jezera, čini se, da nije bila viša od 930 m aps. visine *(14.)* što odgovara najvišoj terasi. Ali se neogene naslage oko Glamoča ispinju mnogo više, nego što je razina najviše terase, tako na Homaru i do 982 m. Cvijić misli, da su te neogene tvorevine izdignute posttercijarnim pokretima, jer su tu neogeni slojevi snažno dislocirani. Prigodom tih pokreta terase su ostale neporemećene te i danas imaju horizontalan položaj.

Grundu je međutim uspjelo dokazati po terasama na jugozapadnom rubu polja, da u polju i na njegovu rubu nije bilo nikakvih pomicanja *(75.).* Neogene naslage, koje se u Homaru nalaze na visini od 982 m, objašnjava on time, što je razina neogenog jezera bila svakako viša od 982 m.

Cvijić drži, da je u tercijarnom jezeru Glamočke zavale moralo biti malo i neznatnih ponora, i to po onim dijelovima dna, gdje je vapnenac denudiran. Prema tome su ponori na pristrancima polja, do kojih voda sada dopire samo prilikom visokih poplava,

stariji od onih na dnu polja. Radi proširivanja tih tercijarnih ponora i sušne klime opadala je razina tercijarnog jezera. Kad su se ponori toliko proširili, da je otjecanje bilo mnogo jače od pritjecanja vode, nastupilo je periodsko stanje, kakvo je od prilike danas. Tada su se počeli po dnu polja razvijati mali riječni sistemi, koji su odnosili njegov tercijarni pokrov, denudirali vapnenu podlogu i omogućili stvaranje većih ponora. U Glamočkom polju se jasno vidi po terasama, kako je u diluviju stanje najviših poplava opadalo sve do sadašnjega *(14.)*.

Livanjsko polje je prema Cvijiću *(14.—16.) tektonskog postanka*. Uz njegov jugozapadni rub pruža se veliki uzdužni rasjed, duž kojega se dio polja spustio. Proces spuštanja nastavljao se i poslije neogena. Slatkovodni su lapori bili u cijelom polju poremećeni. Posthumni su pokreti različne dijelove istih terasa različno izdigli, tako da se ista terasa nalazi u različnoj visini na sjeveroistočnom i jugozapadnom rubu polja. Po visinskim razlikama između istih terasa može se što više zaključiti o dubini spuštanja, jer su najveće razlike između neogenih terasa, manje između diluvijalnih, a kod recentnih nema nikakve razlike. Dno Livanjskog polja nagnuto je prema jugozapadu, pa u tom smjeru teku i sve ponornice, a ponori su smješteni uz jugozapadni rub polja.

Od tri terase, koje se nalaze u Livanjskom polju, najviša je izrađena u jurskim i krednim vapnencima. Ona ima uz sjeveroistočni rub polja aps. visinu od 740 m, a uz jugozapadni rub 725 m. To je neogena terasa, koja naznačuje najviši stadij vode neogenog Livanjskog jezera *(14.)*. Druga terasa ima uz sjeveroistočni rub polja visinu od 720 m, a uz jugozapadni 715 m. Izrađena je u vapnenom konglomeratu i u neogenim laporima poslije neogena te označuje razinu diluvijalnog Livanjskog jezera. Najniža terasa ima visinu od 710 m. Do njezina gornjeg ruba voda i danas dopire, pa ju je Cvijić nazvao recentnom *(14., 16.)*.

Grund je međutim u Livanjskom polju našao pet terasa *(15.)*, od kojih su dvije najviše preddiluvijalne, a tri donje diluvijalne, a najniža od tih je najmlađa diluvijalna terasa.

Prema rasporedu neogenih sedimenata bila je cijela zavala Livanjskog polja *u neogenu jezero*, koje nije otjecalo po površini. Krajem neogena i početkom diluvija razina je jezera znatno splasnula, nakon čega su hidrografijske prilike postajale sve sličnijima današnjim, pa su se tako razlučile *tri hidrografijske samostalne zavale* odvojene među sobom priječkama neogenih lapornih slojeva.

U tim samostalnim zavalama nastali su kasnije ponori, koji su se proširili, a dno se postepeno sušilo. Tada su nastala mlada korita današnjih ponornica *(14., 16.)*.

Na sjeverozapadu od Livanjskog polja pruža se niz kotlina, među kojima se nalazi Grahovsko polje. Dno polja pokrito je glinom, iznad koje se mjestimice nalazi diluvijalni šljunak i recentna ilovača. Sa dna polja se mjestimično ispinju niski hrptovi



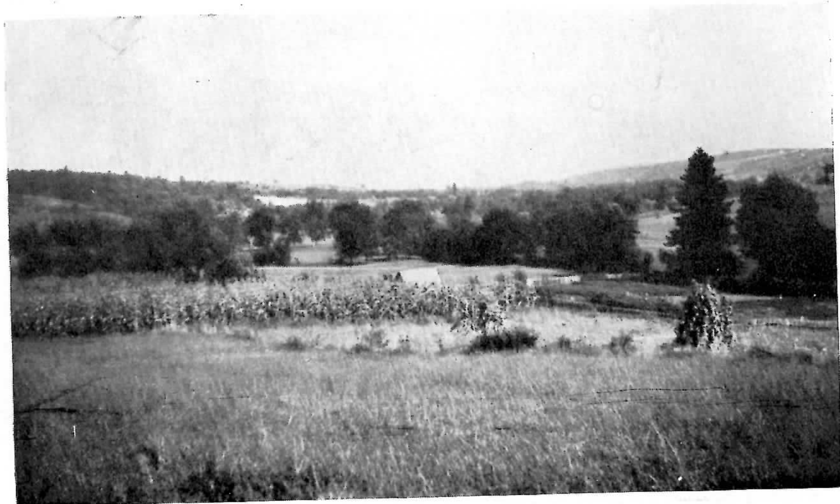
Snimio J. Poljak

1. Dolina potoka Krapinčice kod Krapine. U pozadini greben Strahinjčice od trijaskih dolomita, desno iznad Krapine miocenske naslage.



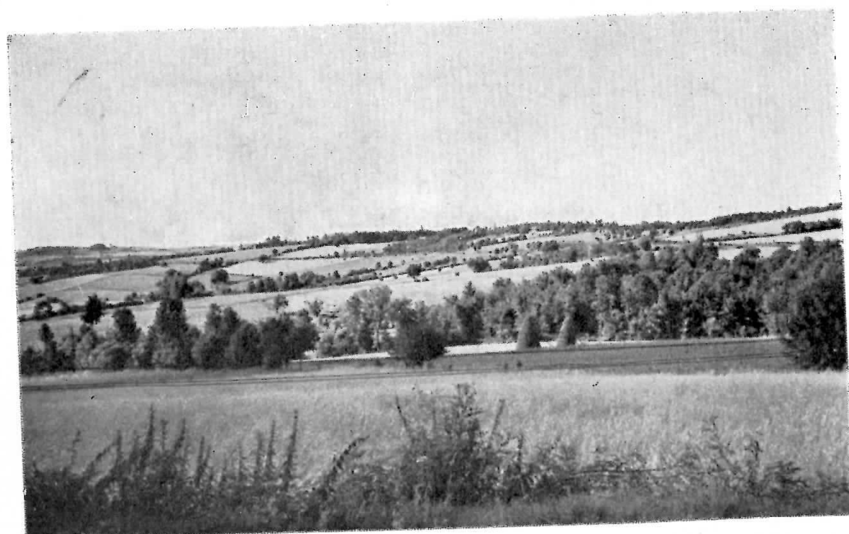
Snimio J. Poljak

2. Puzanje tla kod Sv. Lenarta u Samoborskoj gori. Dio se ceste odmaknuo od svog prvotnog položaja u zapadnom smjeru za 15 m.



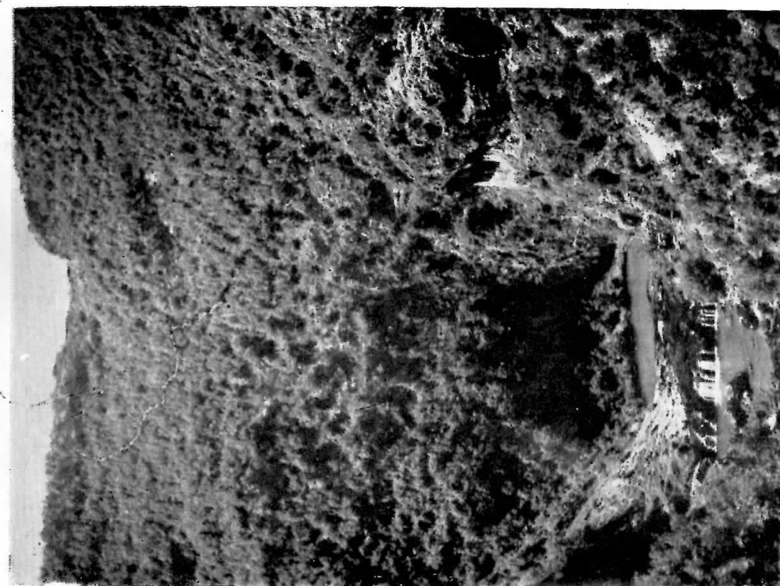
Snimio J. Poljak

1. Južni dio Dugog polja kod Orahovice. Polje se nalazi u diluvijalnim naslagama, obrubljeno je pliocenim naslagama. Ima značajke uzdužne doline.



Snimio Z. Dugački

2. Tercijarni brežuljci kod Dervente.



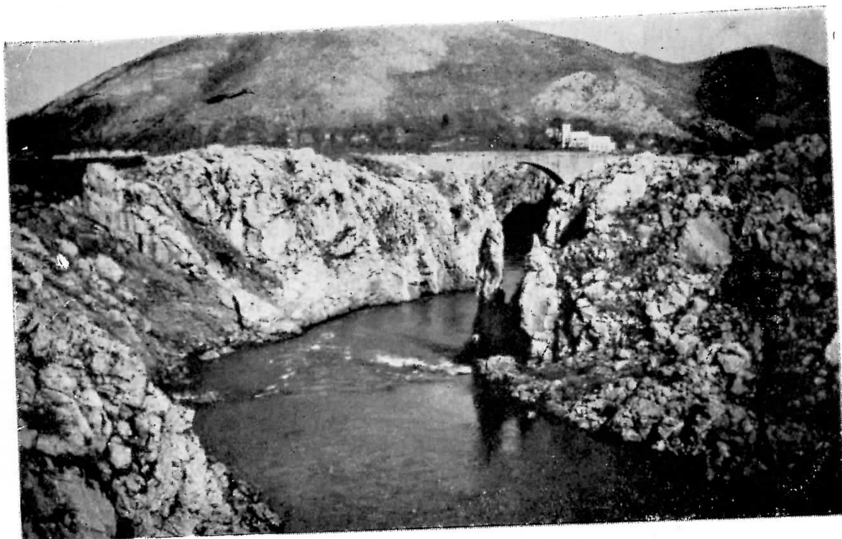
Snimio Z. Rosandić

2. Vrelo Une kod Suvaje u Lici, usječeno u verfenskim škriljavcima. Voda izbija odozdo, ispunja duboku jamu i stvara jezerce.



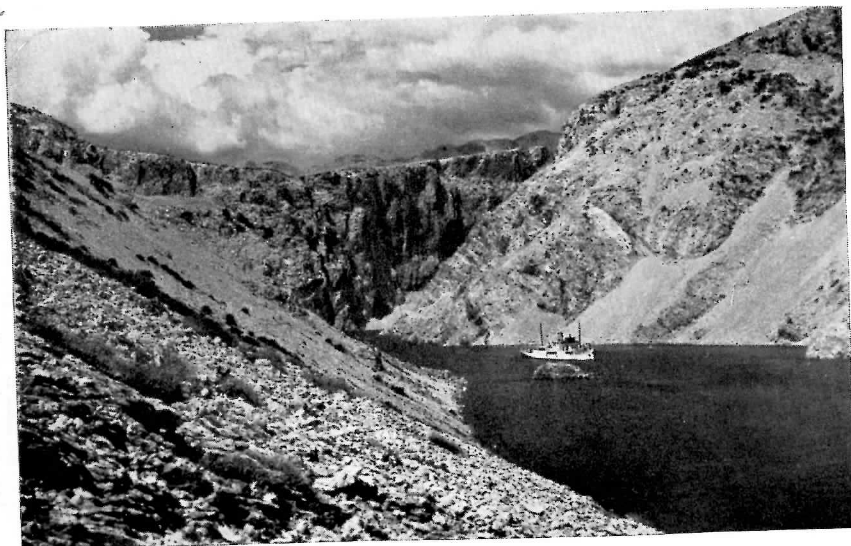
Snimio I. Horvat

1. Velika Paklenica u južnom Velebitu; riječna dolina preddiluvijalne starosti, kojom protječe voda redovito samo u gornjem dijelu i ponire.



Snimio J. Poljak

1. *Korito rijeke Like kraj mosta u Kaluđerovcu.*



Griesbach

2. *Sutjeska Zrmanje kod Obrovca.*



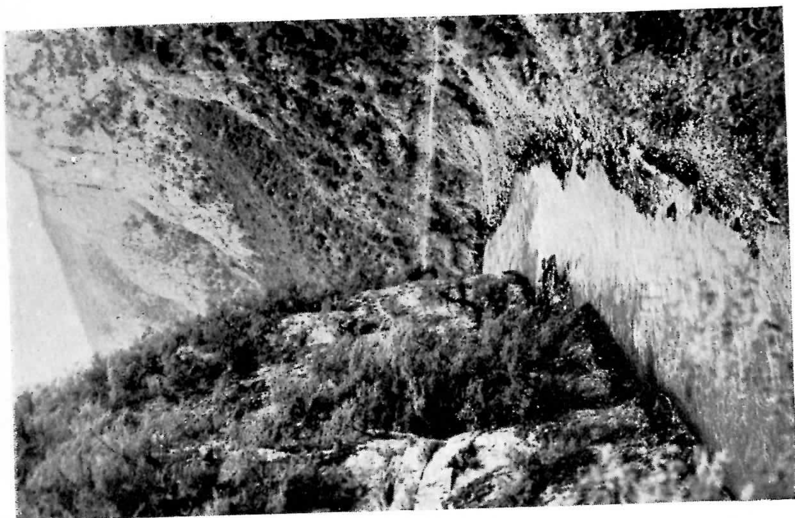
Snimio J. Poljak

1. *Prodor rijeke Krke kroz oligocenske promina-konglomerate u sutjesci Brzička Strana.*



Snimio J. Poljak

2. *Prodor rijeke Cetine kod Omiša.*



Snimio T. Šoljan

2. Sutjeska Vrbasa između Banje Luke i Jajca.



Griesbach

1. Sutjeska Cetine.



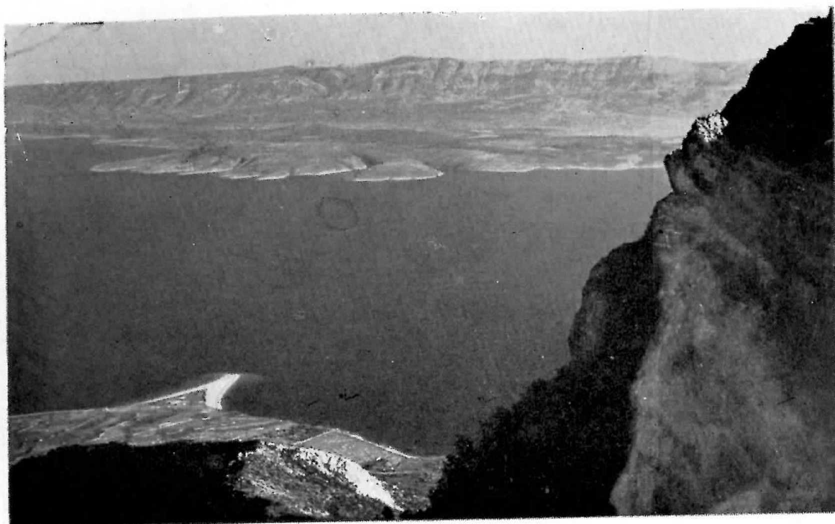
Snimio Z. Dugački

1. Dolina Neretve između Čvrsnice i Prenja.



Snimio Z. Dugački

2. Dolina Neretve između Čvrsnice i Prenja.



Griesbach

1. *Zlatna punta kod Bola na Braču. — Šiljak pješčanog pruda mijenja svoj položaj na desno i lijevo prema smjeru i jakosti vjetra odnosno valova.*



Snimio T. Šoljan

2. *Otočići i školjevi pored Pelješca.*

građeni od gline, šljunka i pijeska. Glavni oblik polja bio je već u neogenu izrađen, sudeći po žućkastoj i modroj glini, koja ima izgled neogene tvorevine. U diluviju je bio vodostaj visok, jer su diluvijalni nanosi svuda po polju rasprostranjeni. Glavnu su ulogu u to doba imali sada neaktivni ponori Valovlja *(14.)*.

U *Imotskom polju* postojalo je prema mišljenju Daneša *(34.) tokom neogena jezero*, a za razinu od 320 m držao je on, da je abrazijskog podrijetla. Grund je također svojedobno tvrdio, da je zavala Imotskog polja bila ispunjena jezerom, koje je otjecalo suhom dolinom Ploca *(75.)*. No nedostatak jezerskog reljefa naveo ga je kasnije na to, da napusti svoje prijašnje mišljenje, da je u polju postojalo jezero, nego mu se čini vjerojatnijim, da je spuštanje ulegnine polja prekinulo jednu riječnu dolinu *(76.)*.

Mnoge geomorfologijske osobine Imotskog polja ne mogu se razjasniti ni Danešovim ni Grundovim tumačenjem. pa se njime u novije doba pozabavio Roglić *(162.)*. Fluvijalna površ Gornjeg Prološca stvorena je prije formiranja ulegnine Imotskog polja, jer se njeni dijelovi, iako poremećeni, mogu pratiti većim dijelom oboda polja. Prema istraživanjima Katzerovim *(87.)* može se zaključiti, da je posljednje nabiranje Dinarskog gorja bilo krajem miocena ili početkom pliocena. Poslije ovog nabiranja bila je tokom pliocena duga epoha intenzivne riječne erozije. U toku te epohe bila je poravnjena površ Gornjeg Prološca, koja je bila dio prostranih erozijskih zaravni, koje su obuhvatale dio današnjeg dinarskog Primorja *(162.)*.

Na riječnim razvođima i na samim zaravnima ispinjali su se grebeni, koji su se sačuvali od erozije radi povoljnijeg položaja a ne radi petrografijskih razlika. Ovi se grebeni i danas ističu, pa se prema njihovu rasporedu može zaključiti, da su glavni riječni tokovi bili uzdužnoga smjera. S obzirom na vapneni sastav zemljišta, fluvijalne su površi za vrijeme stvaranja bile skoro u razini mora. Erozijskim radom tokom dviju dugih epoha bili su prijašnji tektonski oblici uglavnom poravnjeni, te je stvorena jedinstvena zaravan, u kojoj su se kasnije mlađi riječni tokovi usijecali nezavisno od osnovnih tektonskih crta *(162.)*.

Epoha fluvijalne erozije trajala je do najmlađih tektonskih pokreta, koji su se događali krajem pliocena i početkom diluvija. Gornjopliocenskim radijalnim pokretima izdigli su se dijelovi jedinstvene površi duž fleksurno-rasjedne linije, koja se pruža uz sjeveroistočni rub polja i duž fleksurne linije Osoja. Između ovih izdignutih krila zaostalo je područje polja. Radi toga su se promijenile i hidrografijske prilike, pa je Imotsko polje uvučeno u slijev donje Neretve. Radi daljeg izdizanja stvorene su istim erozijskim procesom niže erozijske razine i zaravan Podbablja (350—400 m), razina Vukovića (320—350 m) i crkve u Grudama (300 m) *(162.)*.

Normalni *fluvijalni proces* trajao je do razvitka krša u udolini Ploca. Sve do tog vremena bilo je Imotsko polje dio složene riječne doline, koja je u dolomitima bila prostranija, a u vapnencima uža. Radi stalnog uzdizanja tla stvarao se sve više krš, kojemu su podlegli ponajprije slabiji pritoci. Nakon toga se površinski tok održao samo na dolomitskom tlu i ponirao na dodiru s vapnencima odnoseći rastresiti materijal kroz odvodne kanale. Koliko se sužavalo područje površinske hidrografije, toliko se više proširivalo područje izloženo krškom procesu. U ovom stadiju stvorila se slijepa dolina ili ulegnina Imotskog polja u užem smislu. Glavnoj rijeci s okolnih dolomitnih područja pritjecali su manji pritoci. Selektivnom erozijom bila je dalje raščlanjena ulegnina samog polja, tako da su vapnene naslage zaostale u obliku poluotoka ili grebena i humova *(162.)*. Da je ulegnina Imotskog polja nastala riječnom erozijom, dokaz je i to, što riječni šljunak na ušću Suvaje dopire do dubine od 30 m ispod sadašnje površine.

Udubljivanje zatvorene ulegnine Imotskog polja prekinulo se nagomilavanjem rastresitog materijala, koji je u glavnom donosila Suvaja. Prema tome je proces akumulacije i prekid prijašnjih geomorfologijskih procesa i hidrografijskih prilika bio izazvan time, što su rijeke nanosile velike količine rastresitog materijala, koji je zatrpao odvodne ponore pa se počeo nagomilavati i u samoj ulegnini polja. Uvjeti za takve prilike nastali su za vrijeme ledenog doba.

Stvaranje svih razina nižih od površi Gornjeg Prološca i od same ravni polja događalo se od pokreta u gornjem pliocenu pa do prve glacijacije. Za vrijeme interglacijalnih epoha prevladavao je erozijski proces u rastresitom materijalu; dok su za vrijeme iduće glacijacije ponovno zatrpani svi erozijski oblici.

Nedostatak jasne slojevitosti rastresitog materijala dokaz je, da se ulegnina polja naglo zatrpavala pa je pri tom davala sliku prostrane bare, a nikako pravog jezera. Kad je ulegnina bila ispunjena nanosima do visine Ploca, prestao je proces akumulacije te se uspostavilo normalno otjecanje.

U postglacijalno doba otvorili su se zatrpani ponori oživljavajući tako eroziju rastresitog tla po dnu polja, a po vapnenom i dolomitskom rubu kao i po dnu polja sporo se nastavio proces razvitka krša.

Prvi *krški oblici* počeli su se stvarati poslije izdizanja površi Gornjeg Prološca u gornjem pliocenu. Ulegnina polja kao i oblici, koji se nalaze po njegovu rubu, stvorili su se tektonskim pokretima, te fluvijalnim i krškim procesima tokom pliocena i diluvija *(162.)*.

U čitavoj toj krajini suha su samo dva polja *Vukovsko i Ravno polje*. U Vukovskom kao ni u Ravnom polju nema nigdje neogenih slojeva, pa je prema tome Cvijić *(14.)* postavio ovu alternativu: ili Vukovsko polje nije u neogenu uopće postojalo ili ako je postojalo,

tad nije tu bilo nikakva jezera. Vjerojatnije je, da su Vukovsko i Ravno polje postneogenog postanka *(14.)*. Druga su polja stalno ili periodički poplavljena za vrijeme kišnog perioda u jesen i u proljeće.

Hercegovački Krš sastoji se uglavnom od dva pojasa *(119.)*, jednog visokogorskog, koji je pretežno građen od trijadičkih i jurskih vapnenaca i drugog, koji se sastoji od poravnjenih visokih površi i nizova polja izgrađenih u kredno-eocenskom kršu. Te se površi stupnjevito spuštaju prema moru.

Grebeni visokih gora poredani su u *dva lanca*, odijeljena među sobom *flišnim pojasom*. U istočnom lancu se pružaju Lelija (2032 m), Treskavica (2088 m) i Bjelašnica (2067 m), a zapadni je lanac rasječen prodornom dolinom Neretve, te su tako razdvojeni Čvrsnica (2228 m) i Prenj (2102 m). Sve su to izdignuti, veoma krševiti i glacijalno modelirani ostatci stare miocenske krajine.

Površje hercegovačkog Krša nastalo je uglavnom utjecajem denudacije. Naslage, koje su iza eocenske transgresije nabrane, bile su eksogenim silama, uglavnom riječnom erozijom do određene razine poravnane, tako da je stvoren ravnjak, u kojem je Neretva usjekla svoju dolinu sličnu kanjonu. Teže je pitanje, kako su nastali viši dijelovi, koji se znatno ispinju iznad poravnane površine, i ulegnine polja, koje su ispunjene mlađim tercijarnim naslagama. Prema Pencku mogu se neogene naslage smatrati specifičnim naslagama polja, iako one nisu omeđene samo na polja, nego se protežu i na visokim površima.

Za to služi kao lijep primjer Nevesinjska krajina. Na južnoj strani planine Velež sedimentirale su se debele naslage konglomerata, koje potječu iz mlađeg tercijara. One tu tvore visoku površ *Podveleža*, koja nadvisuje Nevesinjsko polje. Naslage konglomerata slaze blago prema jugu i prekrivaju naslage krednog vapnenca te ispunjaju ulegnine i udubine u vapnencu, dok su gore koso odrezane prilično ravnom 1100 m visokom površi Podveleža. Prema tome se poravnanje ove krajine zbilo nakon sedimentacije konglomerata, a tek iza poravnanja se spustilo (prolomilo) samo polje.

Poravnanje je bilo dovršeno početkom miocenske epohe *(156.)*. Nakon što je cijela krajina gotovo sve do mora bila poravnjena, došlo je u unutrašnjosti do znatnih *izdizanja tla*, dok se uz obalu mora tlo tek neznatno ispelo. To se ispinjanje nije zbivalo jednomjerno, nego su se pojedini većinom uski pojasi tla prolomili kao polja i to na mjestima, kako se čini, gdje su već prije postojale neke ulegnine u tlu *(165.)*, dok su se susjedni pojasi kao stršenici izdigli.

Kod nižeg položaja krajine bilo je stanje podzemne vode veoma visoko, tako da rijeke nisu mogle ni u prokapljivu tlu nestati. Kad se nakon toga tlo počelo ispinjati, počele su rijeke u nj usijecati svoje doline. Prema tome je morala biti između odvodnja-

vanja za vrijeme velike epohe poravnanja i današnjeg podzemnog odvodnjavanja jedna epoha, u kojoj su se mogle stvoriti doline. U toj epohi izrađena je na pr. današnja suha dolina između Gackog i Nevesinjskog polja, koja je oba polja morala spajati jednim riječnim tokom. Druga suha dolina pruža se iz Dabrova polja do Bregave, jedna opet iz Popova polja prema Slanom na moru, a jedna iz najdonjih dijelova Popova polja prema Neretvi. Prema tome je sigurno, da je voda iz Gackog, Dabrova i Popova polja otjecala prema zapadu, dok danas postoji izravna veza s morem preko Mušnice, Trebišnjice i Dubrovačke rijeke. Današnja dakle podzemna hidrografija nije usmjerena prastarim kanalima, nego krči sebi izravan put do mora te se siječe sa starim tokovima pod pravim kutom. Isto tako nije ona više uvjetovana ni starim nagibom površine nego novostvorenim visinskim razlikama. Prema tome je ona posljedica drugog postmiocenskog izdizanja tla, kojim su kredni vapnenci tako visoko izdignuti, da je voda počela otjecati podzemnim putem. Od tog doba prestala je Trebišnjica biti pritok Neretve pa je njezina dolina pretvorena u krško polje. Izdizanje tla i razvitak krša događali su se u ovoj krajini pod kraj pliocena *(30., 116.)*.

Kako je spomenuto velika su hercegovačka polja većinom prolomljena, ali su različite starosti.

Mostarsko polje je *tektonska ulegnina* dinarskog smjera znatne širine. Ispod Mostara usjekla je Neretva svoje korito kroz fluvioglacijalne konglomerate u jezerskim laporima. Zavala Mostarskog polja stvorena je prigodom nabiranja, a poslije toga u jezerskoj fazi staloženi su lapori i u vapnencima po rubu usječene terase te je izrađena površ, koja opkoljuje polje *(14., 76., 132.)*. Najizrazitiji ostatak jezerske terase je prema Milojeviću *(32.)* Humac na zapadnom rubu polja, visok 152 m. Iznad te se nalazi viša terasa u visini od 17 m, a na južnom rubu terasa od 200 m. Na jugozapadu i zapadu omeđeno je Mostarsko polje prostranom zaravni u visini od 320 m, dok se na sjeveroistoku i istoku nalazi površ od 700 m visine. Mostarsko je polje ispunjeno fluvioglacijalnim naslagama, gdje su u sjeverozapadnom dijelu polja izrađene tri terase, dok je u južnom dijelu polja fluvioglacijalni konglomerat, pokrit žućkastim glinenastim nanosom, prosječen Neretvom u u dubini od 2 m *(132.)*.

Stolačko polje nastalo je erozijskim djelovanjem rijeka. Ono pripada otvorenom tipu polja, jer ga je Bregava na donjem rubu presjekla. Dolina Bregave bila je po mišljenju Cvijićevu *(14., 16.)* odvirak neogenog jezera Dabarskog polja, dok Grund smatra, da ona nema nikakve uzročne veze s poljem.

Kasnije su nastali u donjem dijelu jezera ponori, pa je ono podzemnim putem oteklo i pretvorilo se u periodički poplavljeno polje.

Svoj sadašnji oblik dobilo je Dabarsko polje mladim procesom spuštanja, što dokazuju veoma strmi pristranci polja i vodopad Opačice *(76.)*.

I *Fatničko polje* bilo je u tercijaru jezero, gdje je razina vode bila iznad neposrednog dna polja 20—25 m visoko. Nema nikakvih znakova ni obilježja, da je tadanje Fatničko jezero otjecalo po površini, pa su se njegove hidrografijske osobine, koje su bile veoma slične sadašnjima, razvile odmah poslije jezerske faze, pa je tercijarno Fatničko jezero moralo veoma rano podzemnim putem otjecati. Cvijić drži, da ovo polje danas dobiva svoju vodu iz Dabarskog i Gackog polja. Pitanje, kad je Fatničko polje nastalo, nije još riješeno, iako Grund drži, da ga za vrijeme oligomiocena nije bilo. Prvi prolom polja dogodio se, dok je još razina podzemne vode bila u dosta visokom položaju, dakle u isto doba, kad su nastala polja zapadne Bosne i Mostarsko blato.

Gacko polje dijeli se u jugoistočni viši dio, Gornje polje i u sjeverozapadni dio, koji je mnogo niži: Donje polje. Gornje polje predočuje veću kršku uvalu, koje je dno pokrito mnogim ponikvama rastavljenim među sobom vapnenim priječkama. Ono nema tercijarnih tvorevina, koje su značajne za Donje polje. Po svim svojim osobinama, čini se da je Gornje polje nedovršeni dio Gackoga polja, tako da ga ne možemo smatrati pravim poljem *(14., 16.)*. Erozija još nije poravnala priječke između ponikava, a nije stvorila ni ravno dno polja, koje bi bilo u razini podzemne vode. Radi potpunog nedostatka tercijarnih sedimenata možemo zaključiti, da je posttercijarnog postanka, pa je prema tome mlađi dio Gackog polja.

Donje polje dijeli se na Veliko i Malo polje, a rastavlja ih vapnena priječka 20—30 m visoka, prosječena sutjeskom rijeke Mušnice, koja kod sela Srđevića prelazi iz Velikoga u Malo polje *(14., 16.)*. Veliko polje je tektonska ulegnina koja je ispunjena slatkovodnim neogenim tvorevinama *(76., 140.)*. U mlađem tercijaru Veliko jezero nije komuniciralo s Malim, jer bi tad i u ovome moralo biti tercijarnih tvorevina, ali njih u tom polju nema. Za to Cvijić zaključuje da je veza između Velikog i Malog polja kao i sutjeska Mušnice posttercijarna.

Nevesinjsko polje je suho polje. Poplava gotovo i nema osim u vrijeme vrlo jake kiše, ali i tada su kratkotrajne. Navodnjavanje polja potječe samo od nepropusnih naslaga njegova ruba i dna. Radi toga je jugoistočni dio polja, gdje prevladava vapnenac u građi dna, najsuši i najnerodniji.

U Nevesinjskom polju manjkaju jezerske terase potpuno, ali radi toga ne smijemo zaključiti, da je ono mladog podrijetla kao što je Dabarsko polje, i da je tek onda nastalo, kad se razina podzemne vode spustila.

Prema Grundovu mišljenju je Nevesinjsko polje u geologijskom smislu najstarije. Nastalo je prolomom, a kasnije je bilo potpuno ispunjeno neogenim sedimentima. Ti su sedimenti gotovo potpuno odnešeni (76.)

Za *Popovo polje* drži Grund, da ono pripada tipu tektonskih polja, iako je njegova današnja forma nastala jednim dijelom zatvaranjem riječne doline mlađim posthumnim pokretima. Trebišnjica naime protječe ispod Trebinja krškim ravnjakom, u kojem je njezino korito usječeno 5—10 m duboko. Na tom ravnjaku strše kao mosori pojedini brežuljci (Hum, Stražnica i drugi), koji mogu poslužiti kao dokaz fluvijalnog postanka ravnjaka. Popovo polje je savijenog oblika poput riječne doline, a dno mu je pokrito aluvijalnim nanosima. Poradi toga se postanak polja pripisuje radu Trebišnjice *(156.)* te se mora shvatiti kao riječna dolina, koja je mladim pokretima zatvorena u obliku jednog sedlastog ispona. To se dogodilo u vrijeme postpliocenskih posthumnih pomicanja *(76.)*.

c) Unutrašnji dinarski pojas

Praporom pokrivene terase i tercijarno humlje Posavine južno od Save prelaze postepeno prema jugoistoku u krajinu većih apsolutnih visina. Na slabo nabrane miocenske slojeve nastavlja se prema jugu tako zvana sjeverna *bosanska flišna zona*, koja nije ništa drugo nego član bosanske *škriljave formacije* s bazičkim eruptivnim kamenjem i krednim flišom. Ona se prema istoku nastavlja u istočni vapneni pojas krševitih ravnjaka ili površi (Vlašić 1919 m, Romanija 1629 m) između gornjeg Vrbasa, gornje Bosne i Drine *(119.)*.

Škriljavo gorje sastoji se od više planina, od kojih je najvažnija Vranica (2107 m), pa je Cvijić prema njoj nazvao cijelu skupinu (Štit 1780 m, Bitovnja 1700 m). Na sjeveroistoku i jugozapadu omeđena je ova skupina rasjedima, od kojih je Skopski stariji od Busovačkog *(30.)*. Prvi je nastao u isto vrijeme, kad se spustio sjeverni dio Bosne, i kad je bio poplavljen srednjomiocenskim morem Panonske zavale. Busovački rasjed nastao je u svezi s velikim tektonskim promjenama na početku kvartara. Prema diskordantnim slojevima gornje krede na filitima može se zaključiti, da se skupina Vranice pred gornjom kredom nešto spustila, te je bila znatno denudirana *(82., 86., 87.)*. Ta je skupina planina veoma stara, pa je sudjelovala i u mlađem nabiranju, a dobila je svoj današnji smjer i visinu od početka kvartara. Prema Cvijiću ona je tip stršenika, kojemu su slojevi bili nabrani prije Busovačkog rasjeda *(30.)*.

Na međi škriljavaca i vapnenaca nalazi se u produženju pojasa uvalâ Sarajevska zavala ispunjena neogenim jezerskim sedimentima.

Istočni vapnenački pojas sastoji se od trijadičkih, jurskih i krednih vapnenaca te dolomita na podlozi nepropustljivih slojeva.

Radi toga ima ovdje krških oblika kao i u pravom Kršu izuzevši krška polja. Iako ima zavala sličnih krškim poljima, te se ipak ne mogu takovima smatrati radi toga, što nemaju hidrografijskih osobina periodički ili stalno poplavljenih krških polja. Takove su zavale Gvozno u planini Treskavici i zavala Glasinca izrađena u vapnencima Romanije. Prava se krška polja nisu ovdje mogla razviti, jer su zbog manje debljine vapnenaca denudirani nepropusni slojevi, i jer su zavale odnosno visoravni okružene dubokim dolinama, kroz koje protječu veoma jake rijeke, koje su ih uvukle u svoje slijevove *(30.)*.

U izvorištu Neretve i dalje prema jugoistoku pruža se uska zona eocenog fliša. Kako su tu eocenske naslage najmlađi nabrani slojevi , može se zaključiti, da se nabiranje dogodilo poslije eocena. Budući da u nekim visokim poljima i zavalama ima neogenih sedimenata, koji nisu nabrani, nabiranje se dogodilo uglavnom u oligocenu.

Osim ovog nabiranja bilo je i kasnijih pokreta, koji su se događali većinom u pliocenu i diluviju pa i poslije. Milojević drži vjerojatnim da su se ti pokreti događali u isto vrijeme, kad se spuštalo tlo Jadranske i Panonske zavale *(135.)*.

Na izgradnju reljefa ove krajine djelovale su osobito rijeke, koje teku prema sjeveroistoku i jugozapadu. Najjače je djelovala Drina, onda Bosna i Vrbas, dok je na jugozapadnom dijelu jedino rijeka Neretva uspjela dublje prodrijeti u ovu krajinu.

Koliko se razina pliocenskog Panonskog jezera povlačila prema sjeveru i spuštala, toliko su se na *južnom rubu Panonske zavale stvarale terase*. Radi toga su panonske rijeke sve jače usjekle svoje doline i tako cijelu krajinu znatno raščlanile, dok su se za vrijeme mirovanja razine Panonskog jezera stvarale površi (na Vlašiću, Romaniji i t. d.).

Tako je u geomorfologijskom smislu cijela ova krajina rezultat fluvijalne erozije i denudacije, koja se je događala krajem pliocena, kad se Panonsko jezero povlačilo. Pojedine površi rastavljene su među sobom blagim pregibima.

Rijeke jugozapadnog dijela krajine, koje pripadaju jadranskom slijevu imale su osobit značaj za tvorbu površi. U dolini *Neretve* sjeverozapadno od Konjica nalazi se ulegnina dinarskog smjera ispunjena jezerskim nanosima oligo-miocenske starosti. Ona je nastala spuštanjem prije oligocena t. j. prigodom samog nabiranja. Prema njoj su tekle Neretva s jugoistoka i druge manje rijeke, koje su se snažno usijecale u svoju podlogu. Tako su bile izdvojene i raščlanjene Bjelašnica, Treskavica, Čvrsnica i Prenj. Spuštanje jezerske razine izazvalo je jaku regresivnu eroziju Neretve i njezinih pritoka. Budući da su se visoke planine u gornjem toku ispinjale, to se usijecanje rijeka i razuđivanje planina još i povećalo. Na nekima od tih planina razvijene su izrazite *površi stvorene fluvijalnom erozijom* i denudacijom prigodom mirovanja erozijske baze. Takvu

površ predočuje nam 1300 m visoki jugozapadni dio Bjelašnice, koji se mogao razviti u doba, kad je mirovala razina spomenutog jezera. Površ je prema Milojeviću oligomiocenske starosti *(131.)*.

U vezi sa stvaranjem površi i njenim razuđivanjem razvijao se i krš u visokom dijelu Bjelašnice. Tako su se u visokom dijelu Bjelašnice na dnu prostranih udolina stvorili doci. Na Treskavici je vertikalna erozija doprla sve do podloge od verfenskih škriljavaca, pa se radi toga pristranci krških uvala sastoje od vapnenaca, a dno od škriljavaca *(123.)*.

Kanjon Neretve, koji dijeli Čvrsnicu od Prenja izgrađen je u gornjem miocenu i tokom pliocena prigodom otjecanja jezera. koje se nalazilo sjeverozapadno od Konjica. Ali kako je kanjon Neretve ispunjen fluvioglacijalnim nanosima, to je njegovo stvaranje bilo završeno prije diluvija.

Erozija Neretve i njenih pritoka u gornjem miocenu i tokom pliocena bila je veoma važna za oblikovanje reljefa okolnih visokih planina naročito jugozapadnih dijelova Bjelašnice i Treskavice kao i za sjeveroistočni dio Prenja i za Čvrsnicu *(129., 131.)*.

d) Tragovi ledenog doba

Dugo je vremena vladalo mišljenje, da na Balkanskom poluotoku nije uopće bilo oledbe za vrijeme diluvija.

Nova era u istraživanju glacijacije Balkanskog poluotoka nastupila je, kad je Cvijiću uspjelo nesumnjivo dokazati tragove oledbe na planini Rili. Iza njega slijedili su drugi istraživači kao Penck *(154.)*, Grund *(75., 76., 78.)*, Katzer *(84., 87.)*, Milojević *(133.)*, Bauer *(2.)*.

Pencku je uspjelo naći jasne tragove ledenog doba na Bjelašnici i Orjenu. Godinu dana kasnije našao je Katzer nove ledeničke tragove na Vranici. Grund je kasnije potvrdio Katzerova istraživanja, pa je i sam otkrio mnoge glacijalne oblike na Šatoru, Troglavu, Vranu, Veležu, Čabulji i Zelen-gori. Kasnije je Cvijić dopunio svoja istraživanja novijim rezultatima sa Treskavice, Čvrsnice, Prenja, Volujka i Maglića *(15., 17., 18., 19., 20., 33.)*.

U planinama, gdje je bila razvijena diluvijalna glacijacija, vide se *kari (cirkovi)* u obliku manjih ili većih panjega (niša) *samo na osojnim stranama*, a na prisojnim ih nema, jer je tu djelovala u to doba fluvijalna erozija i denudacija.

Postanak kara u Dinarskom gorju stoji u uskoj vezi s građom, od koje je gorje sastavljeno. Budući da se ono sastoji većinom od vapnenaca, razvili su se njihovi *kari iz prostranijih dolaca i uvala.* Tako su nastali kari Bjelašnice, Treskavice, Čvrsnice, Prenja, Šatora, Troglava, Gnjata, Raduše i drugih.

Najvažnija je karakteristika kara, što su to udoline ili uvale, na donjem kraju *zagaćene kamenitim priječkama.* U Kršu su kari stvoreni uglavnom vertikalnom krškom erozijom, koja se u njima

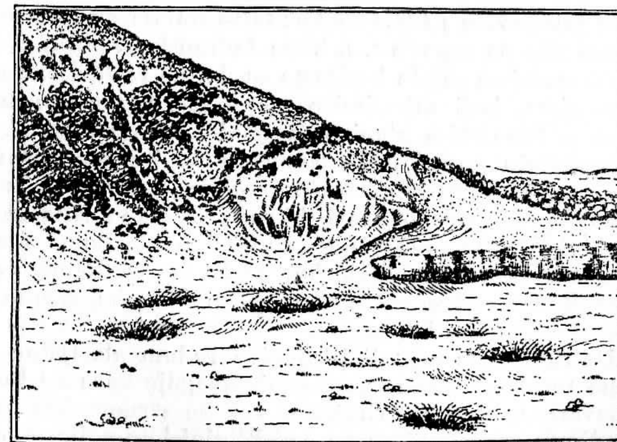
razvijala za vrijeme interglacijalnih i postglacijalnih doba, dakle uvijek, kad u njima nije bilo ledeničkog leda.

Na dnu i po pristrancima nekih kara opažaju se razine različne apsolutne visine, koje pokazuju da je u stvaranju kara bilo i prekida, to jest da su se udubljivali u nekoliko mahova. Tako na pr. kar ispod grebena Bahtijevice na Prenju i drugi predočuju nam uvale, na dnu kojih su udubene manje ponikve. Tu su se dakako najprije razvile uvale, pa su se tek onda na njihovu dnu uduble vrtače. Ali kako na Prenju po dnu uvala i vrtača ima morenskih valutica, to su i uvale i vrtače starije od ledenog doba.

Ovakve su karske ulegnine po svoj prilici nastale vertikalnom erozijom, koja je nastala kolebanjem donje erozijske baze, ali i izdizanjem planinskih krajina prije diluvija *(131.)*.

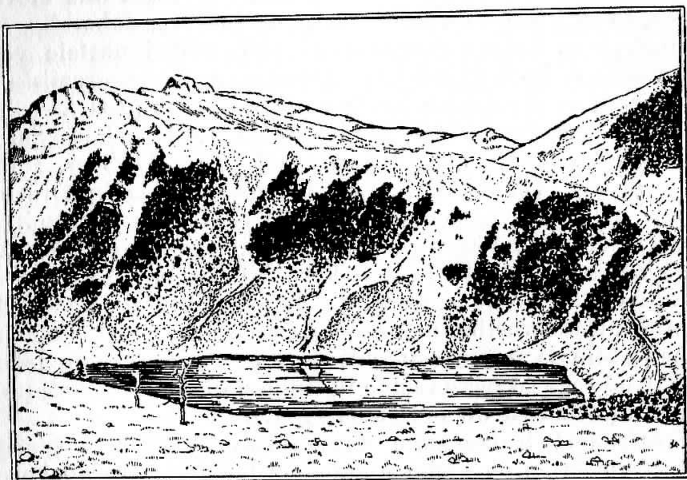
Po *pristrancima nekih kara* kao na pr. kod kara Šatorskog jezera vide se *razine različnih visina* i to na 1498 m, 1508 m i 1548 m *(133.)*. Vertikalni je razmak između pojedinih razina gotovo kod svih kara neznatan, pa se po tom može zaključiti da te razine predočuju dna kara iz doba prijašnjih glacijacija. Za vrijeme svake glacijacije moralo je dno kara biti nešto niže nego što to pokazuju razine po rubu kara. Za vrijeme interglacijacije dno je kara bilo sniženo vertikalnom krškom erozijom, a za vrijeme mlađe glacijacije bilo je još jače udubljeno i prošireno radom ledeničke erozije. Kod toga su neke razine ili njihovi dijelovi zaostali po rubu, jer su bili pošteđeni od razaranja *(131.)*.

Pregledamo li rezultate dosadašnjih istraživanja glacijacije, opazit ćemo da su na nižim planinama ledenici stvarali kare i po gdjegdje manje koritaste doline, dok su na višim planinama ispod kara razvijene *veće koritaste doline.*



Sl. 5. Kar jezerca na Šatoru s malim vrtačama na ravnajku ispred njega.

Tako je na Bjelašnici ispod cirka Velikog dola razvijena koritasta dolina tek 300 m duga, a na Treskavici je uopće nema. U sjeverozapadnom području Čvrsnice proširen je jugozapadni dio Blidinjskog polja u koritastu dolinu dugu 3,5 km. Na Prenju su također neke erozijske doline pretvorene u koritaste, takva je na pr. dolina Tisovice duga 4,5 km i dolina Rakov Laz — Rijeka duga oko 7,5 km. Boračka draga je koritasta dolina tek u svom donjem dijelu pred Boračkim jezerom pa iznosi u duljinu 8 km.



Sl. 6. Kar Šatorskog jezera.

Prema Milojeviću *(131.)* su koritaste doline dulje i izrazitije, što se nalaze više na zapadu t. j. bliže Jadranskom moru.

U svom gornjem dijelu koritaste su doline rastavljene od kara obično *strmcima,* koji mjestimice mogu biti znatne visine, iako je taj pojav u Dinarskim planinama rjeđi i slabije izražen. Strmci zapravo predočuju početke koritastih dolina ili njihov završetak, te su u mnogome proizvod glacijalne erozije, jer je ledenik plazeći iz kara odmah počinjao svoj erozijski rad i stvarao koritastu dolinu. Ali kako ni koritaste doline nisu isključivo glacijalne tvorevine, tako su i strmci, koji rastavljaju kar od koritaste doline, već prije diluvija imali neki određeni slaz, koji su ledenici svojim radom učinili još strmijim *(131.).*

Da ti strmci nisu postali isključivo radom glacijalne erozije, vidi se i po tome što oni ne rastavljaju svagdje kare od koritastih dolina. Sjeverozapadno od Čvrsnice vidi se strmac 500 m visok, koji rastavlja Čvrsničku visoravan od Blidinjskog polja. S ove visoravni padao je ledenik u Blidinjsko polje, koje je sve više dubao i time učinio strmac još višim.

Izraziti strmci rastavljaju na Prenju dolinu Idbara od koritaste doline Tisovice i izvorište Bijele od glavnog grebena. Ledenik međutim nije silazio u dolinu Idbara, pa je tu strmac granica, do koje je u pliocenu dopirala regresivna erozija Idbara. Samo se po sebi razumije, da se erozijom potoka, koji su za vrijeme diluvija postajali od taljenja ledenika, Idbar sve jače udubljivao, pa je i sam strmac postajao sve viši. Tisovica je krška ulegnina sa sekundarnim ponikvama na dnu, prerađena u koritastu dolinu. Gornji dio koritaste doline Boračke drage je krška dolina, u kojoj se nalazi strmac visok oko 100 m, a donji dio ima pravilan slaz.

Prema tome mnogi od tih strmaca imaju svoje podrijetlo u erozijskim i epirogenetskim procesima, koji su se dogodili prije diluvija, samo što su onda glacijalnom erozijom postali viši i strmiji.

Na pristrancima nekih koritastih dolina ima uskih i dugih zaravni u obliku *terasa.* Ove nam terase dokazuju da su koritaste doline složeni oblici nastali fluvijalnom i glacijalnom erozijom. Nemoguće je naime zamisliti, kako tvrdi Milojević *(131.),* da su na stranama koritastih dolina ostajale terase, ako su ledenici ispunjali takve doline do današnje dubine. Ledenici bi naime proširujući doline, kroz koje su plazili, odnijeli i terase. Prema tome je jedina moguća pretpostavka, da su najviše terase u koritastim dolinama dna pliocenskih dolina. U ovim su se naime dolinama krajem pliocena radi regresivne erozije udubljivale nove doline, koje su za vrijeme glacijacije prerađene u koritaste doline.

Isti se proces mogao desiti i u samim diluvijalnim dolinama, jer se na dnu koritaste doline erozijskim radom vode od rastaljenog leda počela udubljivati nova dolina izrađena uglavnom riječnom erozijom za vrijeme interglacijacije, a novom glacijacijom prerađena je u koritastu dolinu. Prema tome su se *koritaste doline fluvijalnom erozijom udubljivale, a glacijalnom proširivale.* Terase u koritastim dolinama često naznačuju i broj glacijacija *(131.).*

Veoma je važan ostatak ledenog doba kršje naneseno ledenicima, koje nazivamo *morenama.* Ima ih po svuda, gdje je bilo ledenika. Na Bjelašnici ispod kara Velikog dola je čeona morena na visini od 1680 m, a u dolini ispod Kotlova su čeone morene na visini od 1770 m. Na Treskavici se morene nalaze uz rub kara na visini od 1580 m. Na Čvrsnici su čeone morene u Blidinjskom polju u visini od 1200 m, i one zagaćuju zavalu Blidinjskog jezera. Na sjeveroistočnoj strani Prenj-planine prema Neretvi dopiru morene veoma nisko. U dolini Bijele na fluvioglacijalnoj terasi nalazi se u visini od 400 m jedna bočna morena visoka oko 10 m. U Boračkoj dragi razvijena je jedna bočna i čeona morena, koja zagaćuje zavalu Boračkog jezera.

Visoke su morene na Prenju staložene u Tisovici na visini od 1485 m, a u vrhu Boračke drage u visini od 510 m. Na Šatoru je Šatorsko jezero također zagaćeno morenama.

Niske morene na Dinarskim planinama odgovaraju najmlađoj würmskoj glacijaciji, jedino na Prenju ima znakova, koji upućuju na to, da bi tu mogla biti glacijacija starija od würmske. U dolini naime Bijele nalazi se jedna fluvioglacijalna terasa u aps. visini od 400 m i na njoj morena, koja pripada würmskoj glacijaciji, pa bi prema tome terasa, koja je starija od morene, mogla pripadati nekoj starijoj glacijaciji prije Würma. Ledenici würmske glacijacije bili su u glavnom dolinski.

Prema tome je na našim najvišim planinama bila razvijena *najmlađa würmska glacijacija (131.).*

Što se tiče *glacijalne snježne linije* važna je činjenica, da su se na zapadu Balkanskog poluotoka i na planinama srednje visine našli tragovi ledenika, dok je na istoku bilo ledenika samo na najvišim planinama.

Visina glacijalne snježne granice najbolje se vidi iz ove tablice:

Planina	Visina glac. snježne granice u m
Orjen	1200—1400
Gnjat	1350
Velež	1350
Troglav	1400
Šator	1580
Prenj	1680
Čvrsnica	1700—1770
Treskavica	1780
Vranica	1600—1790
Bjelašnica	1800
Volujak s Maglićem	1890—1950

Iz ovog pregleda vidi se jasno, da se glacijalna snježna granica ispinjala od zapada prema istoku, t. j. od jadranskog Primorja prema unutrašnjosti.

Međutim i u samom Dinarskom gorju visina glacijalne sniježne granice raste uglavnom od zapada prema istoku, kao što je to Grund *(78.)* naglasio. Cvijić je pak došao do rezultata, da u Dinarskom gorju veći utjecaj vrši na glacijalnu snježnu granicu primorski položaj planina nego relativno male razlike u njihovoj geografijskoj širini *(19.)*.

Ti rezultati pokazuju, da je i u diluviju moralo biti nekih klimatskih razlika između zapadnog dijela Balkanskog poluotoka i ostalih njegovih dijelova, pa se samo na te razlike može svesti različna visina glacijalne snježne granice *(19.)*. Moralo je prema tome u zapadnom dijelu Balkanskog poluotoka biti više oborina nego u unutrašnjosti, štoviše morala je i u samom Dinarskom gorju količina oborina opadati od Primorja prema unutrašnjosti.

Za vrijeme diluvija morale su dakle vladati slične prilike s obzirom na raspored oborina kao i danas, samo je množina oborina morala općenito biti veća *(16.)*.

Od *fluvioglacijalnih nanosa* najznačajniji su oni u dolini Neretve, koji potječu isključivo s Prenja i Čvrsnice. Jugoistočno od Konjica nalazi se šljunkovita terasa relativne visine 6 m, a apsolutne 262 m. Viša terasa, koja se nalazi u samom Konjicu, sastoji se od konglomerata te odgovara starijoj glacijaciji, a niža mlađoj. Ispod ušća Neretvina pritoka Idbara nalaze se u dolini Neretve dvije fluvioglacijalne terase, kod Ostrošca razvijena je jedna i to niža, dok je pred selom Donjim Papratskim razvijena samo viša. Obje su građene od konglomerata. Osobito su lijepo razvijene tri fluvioglacijalne terase u dolini Neretve kod Jablanice, kod Mostara, i u Mostarskom polju.

Ove tri fluvioglacijalne terase dokazuju, da su na susjednim planinama Prenju i Čvrsnici bile tri glacijacije. Visoka terasa odgovara najstarijoj, a srednja i niska kasnijim glacijacijama.

Fluvioglacijalne naslage na Bjelašnici staložile su se po krškim uvalama, Babinu dolu i Grkarici. Tu se vide četiri terase na visini od 1205, 1200, 1159 i 1185 m. Terase su usječene u fluvioglacijalnim nanosima za vrijeme interglacijalnih epoha i u postglacijalno doba.

U postglacijalno doba udubljene su fluvijalnom erozijom riječne doline u najnižim fluvioglacijalnim terasama. Tako je Drina svojom erozijom izdubla svoju dolinu u fluvioglacijalnim nanosima kod Foče, a Neretva ispod Mostara.

Mjestimice su doline fluvijalnom erozijom udubljene i u morenama, tako na pr. Boračka draga u moreni, koja zagaćuje Boračko jezero *(133.)*.

2. PANONSKA ZAVALA

Dio velike Panonske zavale, koji zaprema sjevernu Hrvatsku tvore panonska ravnica i panonske rubne krajine *(135.)*. Panonska zavala velika je tektonska ulegnina, koja se proteže između Alpa, Karpata, Dinarskog gorja i sjevernog dijela Rodopske mase. Ona se spuštala smjerom rasjeda i to poslije krede i osobito poslije oligocena prigodom nabiranja mlađih planina. Tokom neogena ispunjalo je Panonsku zavalu jezero poznato pod imenom *Panonskog mora.*

Najveći opseg imalo je Panonsko more u donjem pliocenu, koji se još naziva i pontsko doba. Bilo je obrubljeno posvuda kopnom, od kuda su mu pritjecale mnogobrojne rijeke, donoseći obilje slatke vode, tako da mu je voda bila tek neznatno slana. U tom stadiju nazivamo ga Pontskim jezerom *(131.)*.

Jezerske naslage, koje su se u to doba staložile, nazivamo *pontskima ili kongerijskima*, a sastoje se ponajviše od lapornih pješčenjaka, gline, pijeska i lapora, u kojima ima veoma mnogo okamina, osobito školjaka imenom kongerija.

Bušenjima u srednjem dijelu Panonske zavale dokazano je, da se *pontske naslage nalaze još u dubini od 800 m*, dok se granica između njih i diluvijalnih riječnih naslaga nalazi od prilike 120 m ispod razine morske.

Prema tome se Panonska zavala još za *vrijeme diluvija spuštala*. Pod kraj pontske epohe jezero je stalno splašnjavalo *otječući kroz Željezna vrata*, dok su rijeke svoj tok produljivale slijedeći suživanje jezera. Prilikom regresije ostavilo je Pontsko jezero na svom rubu mnoge obalne terase i strmce.

U vrijeme diluvija Pontsko je jezero gotovo posve iščezlo sve do neznatnih ostataka, koji su se zadržali u najdubljim dijelovima zavale, pretvoreni u močvare, dok su se u riječnim dolinama akumulirale znatne mase šljunka i pijeska.

Panonsko područje u Hrvatskoj je pretežito nisko i ravno, a sastoji se od aluvijalnih nizina, prapornih zaravni i Fruške gore, koja se iz ravnice ispinje poput otoka *(135.)*.

Aluvijalne nizine pružaju se uz velike rijeke Dunav, Dravu i Savu. Sastoje se od riječnih nanosa, pa su tako najmlađe tvorevine u Panonskoj zavali. Aluvijalne naslage debele su 6 — 12 m, a mjestimice još i više. Površina im se sastoji od sitnozrne ilovače, ispod koje se nalaze debele naslage pijeska i šljunka. U dubini prelaze ove naslage u diluvijalne tvorevine, u kojima su se našli ostatci različnih diluvijalnih sisavaca.

Kod diluvijalnih naslaga moramo razlikovati riječni šljunak, koji je staložen veoma duboko ispod aluvijalnih naslaga, i prapor, koji se akumulirao po površini.

Praporni pokrov nije ograničen samo na nizine nego ga ima i po gorju do 300 m visine, a na pojedinim se mjestima ispinje sve do 400 m *(99.)*, tako da je više od trećine Fruške gore pokrito praporom *(79.)*. Praporne naslage protežu se od Zemuna sve do Vinice na sjeverozapadnom kraju Hrvatske, a dijele se na: Erdutski praporni nasip između Erduta, Dalja i Bijelog Brda, Đakovački ravnjak, koji se proteže od Vinkovaca do potoka Kaznice. Vukovarski ravnjak i Karlovačko-zemunski ravnjak, koji stoji u vezi s istočnim pristrancima Fruške gore. Od manjih prapornih zaravni ističe se Mali i Veliko brdo kod Gradišta između Županje i Cerne, pa uzak praporni pojas između Hrvatske Mitrovice i Jarka *(72.)*.

Nema sumnje, da je praporni pokrov bio u nedavnoj geologijskoj prošlosti mnogo prostraniji, a djelomično i viši, ali je erozijom reduciran na manji prostor. Panonska zavala bila je prije prapornog nasipavanja pokrita prostranim jezerima ili bolje barama, iz kojih su provirivale kao otoci Fruška gora, Dilj gora, Krndija i Papuk. Za vrijeme sedimentacije prapora po sjeveroistočnim krajinama naše domovine bile su plitke bare postepeno ispunjene. Tek u dubljim barama odnosno jezerima nije moglo doći do potpunog isušenja niti do tvorbe prapornih terasa, pa su se takove do danas sačuvale. I veće rijeke kao Bosut, Karašica i Vuka sprečavale su

nakupljanje prapornih masa, pa su svojim promjenljivim tokom reducirale opseg već nasutih areala, kao što to još danas čine Drava, Sava i Dunav.

U prapornim ravnjacima izmjenjuju se široki pojasi tipičnog žućkastog prapora s tri do četiri uža, smeđa i žilavija *međusloja praporne ilovače*, koja se smatra preobraženim i izluženim praporom. Izluživanjem promijenjen je ne samo mineralni sastav prapora, jer je u njem gotovo posve nestalo vapnenca, nego su se promijenila i fizikalna svojstva, te je praporna ilovača teže propkapljiva od pravog prapora *(54., 72.)*.

Tanki slojevi praporne ilovače potječu iz razdoblja, u kojem je oslabilo ili prestalo nakupljanje prapora, te upućuju na promjenu klime za vrijeme taloženja prapora *(54., 56., 59., 63., 64.)*. Prema tome su se za vrijeme tvorbe prapornih ravnjaka izmjenjivale sušne s pretežno vlažnim epohama *(72.)*. Hladni i suhi vjetrovi glacijalnih doba nanijeli su prapor u naše krajeve, dok je za vrijeme interglacijalnih epoha prapor djelomično rastrošen i izlužen te preobražen u smeđu prapornu ilovaču. Međutim još do danas nije uspjelo točno odrediti, koji slojevi pripadaju glacijalnom, a koji interglacijalnom razdoblju, iako Soergel *(170.)* ubraja pravi prapor u ledeno doba, a prapornu ilovaču u međuledeno. Tome se protivi Laskarev *(114.)* ističući, da se prapor staložio općenito u međuledeno doba, dok prema Machatscheku *(119.)* pripada gornji pokrov prapora na jugu Panonske zavale postglacijalnom doba. Cvijić *(30.)* se slaže s Gorjanovićem *(72.)* i stavlja stvaranje prapora u sjeveroistočnom dijelu naše domovine u gornji odsjek diluvija, koji zaprema Würmsko ledeno doba.

Na mjestima, gdje je Dunav presjekao praporne ravnjake, opažaju se lijepo izrađene terase, tako kod Erduta, kod Vukovara i Zemuna. Osobito su lijepo razvijene kod Iloka i Šarengrada *(30.)* pa kod Virovitice*(71.)*. Praporne su terase nastale utjecajem Dunava, koji je usijecajući svoje korito potkopavao pristranke prapornih ploča i tako stvarao strmce, uz koje se neprestano prapor cijepa i ruši, tako da se u tom kraju praporni ravnjak iz godine u godinu smanjuje.

S tvorbom su prapora u uskom savezu i tvorevine poznate pod imenom »*živih pijesaka*« u Podravini. Takva pješčara obuhvata područje oko Novigrada (podravskog), Hlebina, Virja, Đurđevca, Jelačićeva i Kloštra *(113.)*, ali ju je teško mjestimice potpuno odvojiti od prapora. Najveću površinu zaprema onaj dio oko Đurđevca i Molva, pa ga zato i zovu »Đurđevački peski« ili »Hrvatska Sahara«.

U vrijeme diluvija staložila je tu Drava velike količine pijeska, koji je djelovanjem suhih vjetrova mjestimično stvorio manje pješčane prudove ili »dine«. One su tokom vremena obrasle stepskom vegetacijom, te su se tako dosta dobro sačuvale na pr. kod

Lukača u blizini Virovitice i kod Grabića blizu Podravske Slatine, dok je kod Đurđevca veći dio pješčanog područja još posve gol, pa je radi toga izvrgnut djelovanju vjetra, koji tu stvara i omanje pješčane prudove nestalne veličine, oblika i smjera pružanja. Jedan dio Đurđevačkih pijesaka, pretvoren je ustrajnim radom u rodno tlo (vinograde i borove šumice).

Sav ovaj pijesak nastao je od alpskih kristalinskih škriljavaca, kako to pokazuje njegov petrografijski sastav, pa je prema tome donesen Dravom iz Alpa *(113.)*, a ne kako je Kišpatić mislio iz Moslavačke gore *(91.)*.

Fruška gora sastoji se stratigrafijski od starijeg kamenja, u prvom redu kristalinskih škriljavaca i serpentina, a najviši dio od filita. Sjeverno krilo pokrito je mezozojskim i tercijarnim naslagama, od kojih su veoma dobro izražene gornja kreda, druga mediteranska i pontska stepenica. Na južnom rubu pokrita je jezgra gorja neposredno prapornim naslagama, a tek mjestimice sačuvale su se gornjooligocenske naslage sa smeđim ugljenom (Vrdnik). U tektonskom pogledu je stršenik, koji spaja sjeverni dio Rodopske mase s kristalinskim pojasom Alpa *(135.)*. U vrijeme gornjeg pliocena bila je ona otok u pliocenskom jezeru Panonske zavale, pa bi se na njoj morali naći tragovi fosilnog jezerskog reljefa, ali to do sada još nije istraženo.

Rub Panonske zavale tvore više krajine, koje se ispinju prema zapadu, jugozapadu i jugu.

Za tvorbu reljefa ovih krajina bilo je od veoma velikog značenja Panonsko jezero, jer je svojim djelovanjem ostavilo u reljefu rubnih krajina mnogo značajnih crta, pa je njegovo povlačenje osobito utjecalo na usijecanje dolina po rubnim krajinama.

Uza sve te zajedničke karakteristike rub Panonske zavale nije jedinstveno građen, nego ima velikih razlika, koje su nastale radi unutarnje petrografijske i stratigrafijsko-tektonske građe, pa ga radi toga dijelimo na alpske i dinarske rubne krajine *(135.)*.

a) Alpski rub Panonske zavale

Između Drave i Save sastoji se tlo od neogenih sedimenata, iz kojih se ispinju pojedine planine u obliku otoka, građene pretežito od starijeg kamenja. To su kraći grebeni različitog smjera pružanja, gdje se Maceljska gora i Ivančica protežu od zapada prema istoku, a Plješivica, Medvednica i Kalnička gora od jugozapada prema sjeveroistoku. Taj smjer im je uvjetovan rasjedanjem, koje se dogodilo prije neogena. Prostrane nizine oko Drave i Save su dakle tektonske ulegnine, koje su bile spuštene prije neogena te nam predočuju zaljeve Pontskog jezera. Po dnu tih zaljeva stvorile su Drava i Sava svoje doline *(135.)*.

Neogeno jezero, koje je tu staložilo svoje sedimente, moralo je u reljefu ostaviti tragove svojeg djelovanja, osobito po pristrancima pojedinih planina. Međutim je cijeli taj kraj u geomorfologijskom pogledu veoma slabo istražen.

Najviši nivoi Medvednice i Ivančice pripadaju panonskom denudacijskom poršju, premda baš tu nema nikakvih ostataka za dijagnosticiranje starih *pliocenskih ravnjaka*, koji su inače posvuda u okolici veoma dobro sačuvani kao na pr. u južnim Alpama i u krškom području, koje je s njima u savezu *(139.)*. Cvijić pak drži, da nam bilo Medvednice sa Sljemenom predočuje predpontsku površ, koja je danas snažno disecirana *(27.)*.

Pretpostavljalo se, da je u vrijeme pliocena na planinama Panonsko-pontske zavale bilo osobito jako poravnanje i da su se radi toga dobro sačuvali ravnjaci osobito na trijadičkim vapnencima, ali su u mlađem pliocenu bili nabiranjem i erozijom tako modelirani, da je nastao jednoličan mladi reljef *(179.)*.

Uzroke ovog prividnog prevladavanja tektonskih sila nad erozijskim u masivu Medvednice i Ivančice treba tražiti u tom, što je u mlađem pliocenu denudacija bila pod utjecajem trajnog spuštanja erozijske baze *(179.)*.

Lijep primjer tih procesa, daje nam *antecedentna prodolina* Krapine i potoka Očure, koja je prodrla mlađi nabrani trijadički pojas Ivančice. Razvodnica na Ivančici proteže se samo djelomično trijadičkim glavnim bilom, nego se gotovo sva nalazi na nešto nižem, južnijem i jače denudiranom miocenskom hrptu u visini od 400—570 m. Tu pojavu možemo protumačiti jedino erozijom potoka Očure, kojom je on usijecao svoju antecedentnu prodolinu u isto vrijeme, kad se izvanredno polagano ali neprekidno nabirao antiklinalni hrbat Ivančice, jer je samo na taj način mogao usjeći svoju dolinu u tvrdom trijadičkom kamenju.

Rubom izoliranih planina Hrvatskog Zagorja usječene su *jezerske terase* u visini od 250 m, 340 m i 430 m; tako obodom Ivančice kod Madžareva, Zajezde, Lobora, Ivanca i Margečana, zatim obodom Medvednice kod Stubice (Gornje i Donje), Marije Bistrice i Bistre (Gornje i Donje), kod Jesenja uz Strahinčicu i Druškovca, uz pristranke Kune gore *(5., 146.)*.

U geomorfologijskom pogledu je jedna od najinteresantnijih pojava cijele te krajine *Zagrebačka terasa*, jer je bila uzrokom mnogih i velikih rasprava o svojem postanku. Sačuvala se je na južnoj strani Medvednice pružajući se od jugozapada prema sjeverositoku od Grmoščice i Sv. Duha preko Gornjeg grada, Šalate, Mirogoja, Rebra sve do Sv. Ivana Zeline.

Postanak Zagrebačke terase doveo je Pilar *(158.)* u vezu s *oledbom* Medvednice radi kremenog šljunka (blokova), koji je nađen u gornjim slojevima terase, ali je njegovo mišljenje otklo-

njeno, jer je dokazano, da je kremeni šljunak nastao raspadanjem i trošenjem kamenja u Medvednici, a taj su kasnije ovamo donijeli potoci. Ni mišljenje o fluvijalnom postanku terase nije se moglo dulje održati.

Gorjanović *(49., 62., 70.)* je smatrao, da je Zagrebačka terasa nastala utjecajem tektonskih procesa, t. j. da je ona dio Medvednice spušten duž rasjeda.

Cvijić *(27., 30.)* je, uzevši u obzir morfologijske osobine terase (znatnu širinu, potpunu zaravnjenost i nagib od Medvednice prema Panonskoj zavali) zaključio, da je nastala *abrazijom* pliocenskog Panonskog jezera, i to u jednoj od njegovih posljednjih faza, jer je usječena u samim neogenim jezerskim sedimentima.

Osim Zagrebačke terase Cvijić nabraja u Medvednici još i ove tragove pliocenskog jezerskog reljefa. Predpontijska površ bila Medvednice spušta se prema zapadu i jugu oštrim pregibom, koji ima karakter obalnog strmca Pontskog jezera na visini od 600 m, u nižu površ, koja je u glavnom iste visine kao i zaravan iznad Medvedgrada; stoga je Cvijić smatra pontskom abrazijskom površi. Neposredno ispod Medvedgrada usječen je u starijem kamenju obalni strmac te se vrlo strmo spušta sve do nižeg abrazijskog nivoa iznad Šestina, na kojem se nalazi Kulmerova kurija. Konačno niže od tog nivoa nalazi se Zagrebačka terasa *(27.)*.

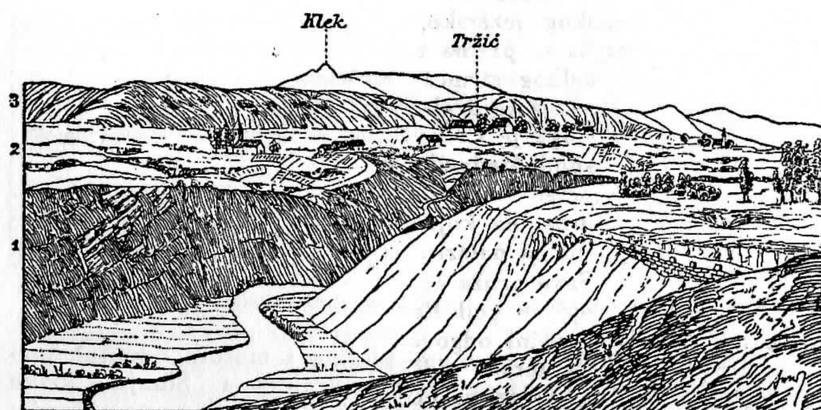
Na desnoj obali Save pruža se kod Sv. Nedjelje jedna riječna terasa Save, iznad koje se kod Rakova Potoka pruža prostrana površ, koja po svojoj visini odgovara onoj Zagrebačke jezerske terase. Ista se jezerska terasa vidi i iznad Draganića, a između Karlovca i Duge Rese prelazi sa neogenih na starije slojeve te se dalje na jug proteže sve do iznad Generalskog Stola i Lešća *(27.)* i pripada dinarskom rubu Panonske zavale.

U sjeverozapadnim i južnim dijelovima subpanonskog pojasa bilo je mlađeg nabiranja i snažnih tektonskih poremećaja, koji su pogodili i pliocenske površi i terase. Radi toga nema na otočnim gorama Međuriječja, a osobito Hrvatskog Zagorja ostataka pontskog ravnjaka. Tu su nabrane i *dislocirane još i pontske naslage*, a to je znak, da su se ti procesi dogodili u diluviju i u novije doba, radi toga je možda presmiona tvrdnja Cvijićeva o predpontskoj površi bila Medvednice i o pontskoj Medvedgradskoj površi *(27.)*.

b) Dinarski rub Panonske zavale

Jugozapadni rub Panonske zavale sastoji se od krške površi koja se proteže oko Kupe, Korane, Gline i Une, a poznata je pod imenom Slunjske krške ploče. Razuđena je plitkim gudurastim dolinama, koje su nastale prigodom splašnjavanja jezera u Panonskoj zavali. U vapnencu, od kojega je površ pretežno građena, znatno se razvio krš.

Slunjska krška ploča proteže se prema jugu odnosno jugozapadu od Kupe kod Karlovca uz njezine pritoke Dobru, Mrežnicu i Koranu sve do Bihaća na Uni pa i dalje uz rijeku Unu. Ona se ispinje prema jugozapadu, tako da je kod Generalskog Stola u visini od 200 m, kod Tounja i Veljuna 240—260 m, kod Slunja 280—290 m, kod Bihaća 340—360 m *(4., 104.)* i u toj visini se proteže uz Unu sve do ispod Krupe priljubljujući se posve riječnim tokovima. Prema tome je ona nagnuta od Bihaća prema sjeverozapadu sve do Žumberačkih planina, pa tim smjerom teku rijeke Korana, Dobra i Mrežnica, koje prosijecaju ovu nisku površ. Sjeveroistočni dio ove površi poznat pod imenom Niskog karlovačkog krša dopire do ruba Panonske zavale i u njem se mogu izlučiti prema Cvijiću



7. Fluvijalna površ s vrtačama iznad Mrežnice kod Tržića (J. Cvijić): 1. Kanjonska dolina Mrežnice u vapnencu i dolomitu, duboka oko 30 m; 2. Površ koja prati cijelu dolinu; 3. Razvođe izbušeno vrtačama.

dvije vrste površi: abrazijske, koje su usporedne s rubom Panonske zavale, i riječne terase, koje se protežu uz Koranu, Mrežnicu, Dobru i njihove pritoke. Njihove su doline s terasama usječene u abrazijskim površima, a dubina im opada od izvorišta do ušća od 50—60 m na 15—20 m *(30.)*.

Iznad njezine površine ispinju se mnogobrojna brda poput otoka sa smjerom od sjeverozapada prema jugoistoku. Slična su brdima, koja su Penck *(155.)*, Cvijić *(25.)* i Grund *(76.)* opisali na krškim ravnjacima uz Krku, Cetinu i Neretvu, pa ih Krebs *(104.)* prema Cvijiću *(25.)* naziva »*humovima*«, kako ih tu i sam narod zove. Humovi se naime razlikuju od »mosora« *(156.)* time, što se mosori nalaze većinom u krajinama oko izvorišta rijeka, te su ostatci tla, koje još nije posve poravnano, dok su humovi rasprostranjeni većinom u području srednjeg toka rijeka, a sastoje se od iste građe kao i površ, na kojoj se nalaze. Okomiti i glatki rubovi

njihovih pristranaka, koji se pružaju u dinarskom smjeru, pokazuju tektonsko podrijetlo, iako su sami humovi rijekama i ostalim procesima poravnanja sniženi i u pojedine dijelove razlomljeni. Oni su zapravo visoko uzdignute plasine asimetrijskog profila, koje nisu bile potpuno poravnane u vrijeme stvaranja prostranih velikih površi.

Ove se površi ne mogu bez daljnjega shvatiti kao zaravni izrađene samo riječnim poravnanjem *(75., 76.)*, jer se jasni tragovi lateralne erozije ne mogu nigdje opaziti *(105.)*, ali se ne mogu shvatiti ni kao abrazijske terase Panonskog jezera *(27.)*.



8. Površ do 24 m, i njene obale iznad Generalskog Stola i Lešća (J. Cvijić)

Istražujući rubove pojedinih plasina i mosora odnosno mosorskog visočja u izvorišnim riječnim krajinama Slunjske krške ploče i Ličko-krbavskog visočja, Krebs je opazio, da se na njihovim rubovima stvaraju plitke krške uvale, koje poput zubaca prodiru u pojedine plasine te ih tako nazubljuju i proširuju, a to je dokaz da nije glavni faktor u stvaranju i proširivanju površi samo riječna erozija, nego i krška denudacija, koja stvaranjem krških uvala na rubu planina pomalo proširuje površi na račun plasina. Ova opažanja potvrđuje svojim istraživanjima u Crnoj Gori K. Kayser *(89.)*.

Prema tome moramo pretpostaviti, da je u formiranju Slunjske krške ploče zajednički sudjelovala *riječna erozija i krška denudacija (104, 106.)*. Za dio Slunjske površi kod Generalskog Stola tvrdi to i Gorjanović *(61.)*, dok Cvijić odbacuje djelovanje fluvijalne erozije kao i krške denudacije u tvorbi ove površi, jer ona ne može po njegovu mišljenju stvarati takvih jednostavnih i velikih oblika, kakvi su površi, nego samo manje oblike na dnu uvala i krških polja *(12.)*. Na temelju toga došao je Cvijić do zaključka, da je niska površ između Karlovca i Generalskog Stola nastala *abrazijom pliocenskog Panonskog jezera*, to prije, što se ovako prostrana površ nalazi na rubu Panonske zavale i što u istoj visini siječe ne samo starije nego i neogene naslage *(27.)*.

Nedaleko Slunjske krške ploče nalazi se *Ogulinska zavala*, koja u geomorfologijskom pogledu gotovo potpuno odgovara Slunjskoj krškoj ploči, samo što se tu rijeke tek nedaleko ponora u obliku kanjona dublje usijecaju *(57.)*. Hidrografijski Ogulinska zavala nije jedinstvena cjelina, jer joj osim Dobre pripada i zapadna Mrežnica *(152., 174.)*. Mnogobrojne terase dokazuju, da je Ogulinsko polje nastalo od jedne veće površi, koja je po svoj prilici bila otvorena i prema istoku *(104.)*, što ne isključuje posve tektonsku predispoziciju polja *(152.)*.

Nešto južnije od Ogulinske zavale nalazi se na visini od 165 m *zavala Plaškog*, a još južnije na visini od 485 m Begovac blato, periodičko krško jezero *(48.)* unutar udoline, koju obrubljuju terase i krševiti ostatci uvala. Dalje prema jugu nalazi se *Lička površ* na visini od 560—620 m.

Ista razina susjednih polja slaže se s visinom susjednih poravnanih ploha i dolinskih terasa ovoga područja, i ta činjenica dokazuje, da je u krškim krajinama bilo stupnjevito odnošenje sve do tadanje razine podzemne vode i da u njezinu opsegu nije erozija mogla dublje zahvatiti već se pretvorila u lateralnu eroziju ili u denudaciju krša i tako izradila plosnate površi *(111.)*.

Tako ima u Gorskom Kotaru, osobito blizu Delnica, u južnoj Kranjskoj kod Kočevja pa i u Lici mnogo krških korutina i riječnih ravni, za koje se može tvrditi da su jednakog stadija starosti. Razumljivo je, da prostrane krške korutine odgovaraju prostrano razvitim ravnima, kao onima Like kod Gospića, jer su nastale tečajem dugog vremena, za kojega je razina krške vode bila trajno jednaka. Tako ličkoj razini odgovaraju polja Krbave, Podlapca, Bilopolja, Korenice, Krbavice, kao i neke korutine kod Čanka, koje su niže, ali natopljene od podzemne vode. Sve te razine nisu u posve jednakoj visini, nego imaju blag slaz prema jugozapadu, a u Bilopolju prema istoku, kako to odgovara razini podzemne vode. Nad njima ima drugih krških korutina u mnogo većoj visini, tako na pr. one uz put iz Vrhovina do Plitvičkih jezera, ili sjeverno od Gračaca, gdje se nazubljuju s nižom razinom Like. Vidi se dakle, da se ondje, gdje u Kršu nema mladih rasjeda, mogu utvrditi neke provodne razine, koje kao i riječne terase i plohe po nepropusnim krajevima, omogućuju dokazati postepeno ispinjanje krških gora *(106.)*.

Iako su ove površi veoma prostrane, ipak ih ne možemo slijediti po čitavom krškom gorju. Visoka *površ kod Kastva*, koja je znatnim slazom nagnuta prema Kvarneru, ispinje se koso na kopnu, gdje sve više položene ravni smatramo njezinim nastavcima. Kastavska je površ bila prvotno ravna, ali se je naknadno radi velike fleksure nagnula. Velika površ kod Skradina ispinje se sa 200 m do Knina i do Zrmanje na 350 m, ali je onda naglo prekinuta, pa se Lička površ, njezina suvremenica nalazi u visini od

550 m. Isto ćemo opaziti, ako se s istoka približujemo. Površ kod Slunja i Bihaća ispinje se sa 200 m južno od Karlovca do 400 m južno od Bihaća. U zavalama Ogulina i Plaškog nalazimo jednake površi u visini od 360 do 420 m, dok su na Slunjskoj krškoj ploči u visini od 240—280 m, a zapadno od Ogulina i Plaškog na visini od 580—600 m.

Prema tome kao da ulazimo po nekim *velikim stepenicama s istoka prema višim* zavalama Like, koje nam se čine kao mlada ispeta krajina nasuprot panonskoj i jadranskoj strani. Pri tom bit će, da na zapadu pretežu fleksure, a na istoku stupnjeviti rasjedi *(104., 105., 106., 112.)*.

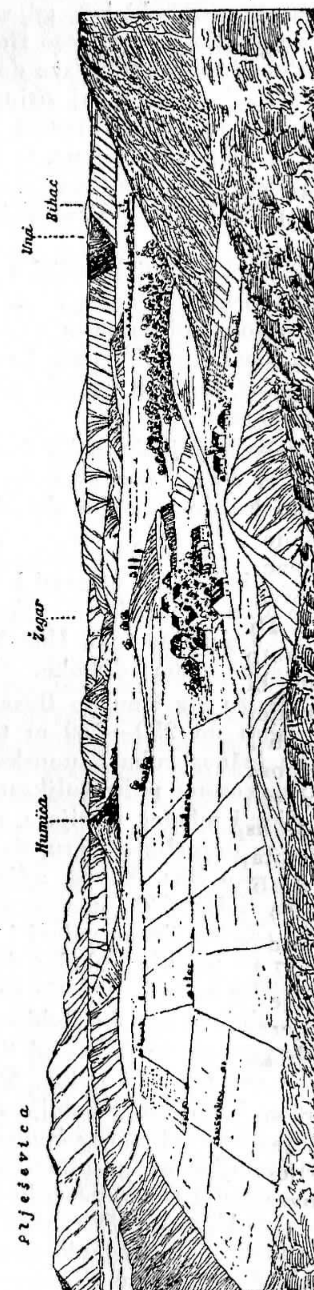
Krebsova opažanja potvrđuju za neke krajeve mišljenje, koje je Cvijić *(25.)* istaknuo, da su veliki krški ravnjaci bili od tektonskih pomicanja razmaknuti mnogo vremena poslije boranja i poslije mlađeg tercijarnog poravnanja. Ali nije točna Cvijićeva tvrdnja, da su svi krški ravnjaci (plohe) jednako stari, jer se među sobom često nazubljuju t. j. mlađi ulaze krškim uvalama poput zubaca u starije, pa se jasno mogu raspoznati mlađe razine od starijih. Tako su u ovom dijelu Dinarskog gorja površi Skradina, Like i Korane (Slunj-Bihać) jednake starosti *(106., 112.)*.

Često različne površi zahvaćaju preko starije tektonike rasjeda, pa je u tom slučaju tok orogeneze kompliciraniji nego što se čini na temelju ovih izlaganja. Djelomice su pojedini rasjedi, kao onaj kod Generalskog Stola, potpuno poravnjeni, djelomice opet plasine, koje su se prije poput blokova rasjele, strše kao pojedinačni isponi, koji su poravnanjem postali manji i podijeljeni u otočne brežuljke. Oni nisu mogli biti tokom dugotrajnog poravnanja posve odneseni odnosno poravnjeni, pa tako sada nadvisuju površ kao karakteristični humovi *(106., 110.)*.

Površ oko *Bihaćke kotline* usječena je u nabranim slojevima mezozojskih vapnenaca i dolomita, ali nema sigurnih znakova, po kojima bi se moglo odrediti, da li je nastala fluvijalnom erozijom ili abrazijskim djelovanjem. *(4.)*. Prema Cvijiću predočuje ona terasu stare Une u vrijeme kad je Una prije postanka Bihaćke kotline tekla prema Korani *(27.)*, pa bi prema tome bila starija od Bihaćke kotline, t. j. ona je nastala prije miocena. Međutim tolika starost ove površi nije vjerojatna, jer su slične površi panonskog ruba kao Slunjska i Metlička također fluvijalne, ali pliocenske starosti *(105.)*.

Bošnjak drži, da je površ oko Bihaćke kotline abrazijska, miocensko-pliocenske starosti, jer se je na njoj u blizini Klokotvrela našlo krupnog obalnog šljunka, i jer nema nikakovih tragova riječne mreže. Ova površ odgovara razini jezera u Bihaćkoj kotlini višoj od 340 m.

Od Bihaćke kotline proteže se ova *fluvijalna pliocenska* površ u visini od 350 m, priljubljujući se kanjonu Une sve do Krupske



Sl. 9. Jezerski reljef Bihaćke kotline (po J Cvijiću) — Na rubu cijele kotline razvijena je glavna obala, u koju se usjekla Una. Ispod ove glavne vide se dvije niže obale kod Žegara i lijevo od usjeka Une. Iznad glavne obale je Baljevačka površ, koja se pruža prema SZ, a nad njom je rasjedni odsjek Plješevice.

kotline. Kod Ripča i Lohova ulazi u duboki krš, gdje je usječena u mezozojskim vapnencima i dolomitima, te se kao fluvijalna erozijska površ proteže prateći dolinu Une uzvodno sve do izvora Une i njezina pritoka Unca *(75., 147.)*. Apsolutna joj visina postepeno raste, odakle postaje nižom pa u izvorištu Une iznosi 550 m, tako da se čini, kao da je tu u obliku fleksure savijena. U njoj su spuštene kotline Kliško-vakufska, Martinbrodska, Suvajska na Uni, te Drvarska, Mokronoška, Prekajsko-župska i Preodačka na Uncu *(4., 75., 147.)*.

Sve su ove površi iznad kotlina i kanjona rijeke Une i Unca stvorene, dok je tlo bilo niže nego što je danas, i kod plitke podzemne vode. Posljedica vertikalnog ispinjanja u ovom području bilo je izdizanje miocensko-pliocenskih sedimenata i razvitak mladih dolaca (ponikava) na površima, koje su nastale procesom fluvijalne erozije i krške denudacije *(4.)*.

Kad su se za vrijeme neogena u pojedinim kotlinama stvorila jezera, s visokim vodostajem, prestao je razvitak krša, pa je u pojedinim kotlinama došlo djelomice i do jezerske abrazije.

Spuštanjem erozijske baze, t. j. Panonskog jezera krajem pliocena i u diluviju počela su jezera iz kotlina otjecati i usijecati kanjonske doline u površ. U isto vrijeme *spustila se razina podzemne krške vode* radi ispinjanja tla oko gornjeg toka Une i Unca, radi čega su kanjonske doline mjestimice veoma duboke.

Niska Bihaćka površ proteže se niz Unu do Bosanske Krupe i Novog, gdje se spušta na visinu od 250—220 m te se prema sjeveru i sjeveroistoku pruža do južnog ruba Panonske zavale. Tu je ona radi flišne građe tla pretvorena u brežuljkasto zemljište, koje je građeno od slojeva starijeg i mlađeg tercijara, a proteže se dinarskim smjerom. Mjestimice se pojavljuje i eruptivno kamenje kao oko Une iznad Kostajnice i oko Bos. Novog, gdje su denudirane i paleozojske naslage, pa ih Cvijić *(30.)* naziva paleozojskom jezgrom Une. Katzer *(86.)* misli da su široki valoviti grebeni paleozojskih brežuljaka, u koje su se usjekle duboke doline strmih pristranaka, isključivo rezultat jake erozije. Odatle se površ proteže preko paleozojskih i flišnih slojeva sve do Dubice.

Južni rub Panonske zavale proteže se južno od Save oko donjih tokova savskih pritoka Vrbasa, Bosne i Drine. Mjestimice se ispinju iz niske aluvijalne ravnice i neogenog humlja niže planine kao *Prosara i Motajica*, koje se sastoje od *starog kamenja:* Prosara od paleozojskih škriljavaca, a Motajica od granita i metamorfnih paleozojskih škriljavaca. One su ostatci stare mase. koja je spajala Rodope sa središnjim dijelovima Alpa. Južno od ovih planina proteže se brežuljkasto tlo građeno od neogenih jezerskih sedimenata, koje se postepeno ispinje i prelazi u flišne paleogene naslage. Flišni je pojas bio nabran u oligomiocenu, za vrijeme glavne

faze nabiranja Dinarskog gorja, pa radi toga ima dinarski smjer pružanja.

Južnije od flišnog pojasa ispinje se tlo građeno od *mezozojskih sedimenata*, gdje je na mnogim mjestima bilo uslijed epirogenetskih pokreta tlo spušteno u obliku manjih kotlina, u kojima su tokom neogena bila jezera.

Južni rub Panonske zavale ispinje se oko Dubice u obliku četiriju blago valovitih terasa, koje se protežu usporedno s rubom Panonske zavale. Tragovi ovih terasa vide se veoma jasno i na sjevernom podgorju Prosare, pa tu možemo smatrati najnižom onu na visini od 110—125 m. Druga terasa, koja se nalazi na visini od 140—150 m, siječe poremećene slojeve morskog miocena osobito litavske vapnence i lapore.

Treća abrazijska terasa od 160—180 m razvijena je osobito na desnoj obali Une, ali se pruža i preko Une prema sjeverozapadu usporedno s južnim rubom Panonske zavale. Iznad ove nalazi se četvrta terasa od 220—250 m visine, koja se pruža na jug prema Kozari i uz Unu na zapad.

U Prosari su sve terase usječene u kristalinske škriljavce, od kojih se Prosara uglavnom i sastoji.

Abrazijsko podrijetlo dokazuje im znatna širina i prostranost, zatim i to, što siječu različito poremećene slojeve, a među sobom su odijeljene strmcima, koji su mjestimice veoma dobro sačuvani. Smatramo ih pliocenskim abrazijskim terasama Panonskog jezera, iako se na njima nije našlo pliocenskih sedimenata. Ovaj zaključak potvrđuju i rezultati istraživanja abrazijskih terasa na Majevici, gdje su se staložili i sačuvali pliocenski sedimenti *(4.)*.

Prije pontske epohe Panonska se zavala rasjedima i spuštanjem proširivala prema jugu *(25.)*. U isto doba ispinjalo se također i Dinarsko gorje. Tako je spuštanje tla u donjim tokovima rijeka Vrbasa, Bosne i Drine i ispinjanje u gornjim tokovima moralo utjecati na snažan erozijski rad navedenih rijeka *(131.)*.

Sjeverni dio doline Vrbasa kao i Bosne od Vranduka do ruba Panonske zavale bio je po svoj prilici zaljev Panonskog jezera *(30.)*, koje se odatle pružalo uz sjeverni i sjeveroistočni rub Majevice prodirući sa sjevera u udolinu Spreče, gdje je ostavilo izrazite tragove u obliku jezerskih abrazijskih terasa.

Cijeli južni rub Panonske zavale bio je za vrijeme pliocena poplavljen jezerom do visine od 800—850 m, koje je pri povlačenju svojom abrazijom izradilo osnovne morfologijske crte u reljefu južnog ruba zavale *(32.)*.

Na sjeveroistočnom rubu Majevice, koji je omeđen Savom na sjeveru i Drinom na istoku, izrađene su abrazijskim djelovanjem pliocenskog jezera četiri jezerske terase od kojih je prva na visini

od 110—125 m, druga od 145—165 m, treća od 210—245 m i četvrta od 320—340 m *(149.)*.

Sve su terase prosječene riječnim dolinama, koje se mogu razdijeliti u dvije skupine. Prvoj skupini pripadaju one doline, kojih su rijeke postojale u vrijeme viših jezerskih razina. One su se dakako sve više produljivale, u koliko se je razina jezera povlačila usijecajući u svojim dolinama riječne terase. Drugu skupinu čine doline, koje su rijeke izradile u jezerskoj centralnoj ravni i površima. Prvoj skupini pripada Sava, kao današnja erozijska baza cijele krajine, i njen pritok Drina. Prekidi u sedimentaciji dokazuju, da nabiranje za vrijeme tercijara nije tu bilo definitivno, nego su se epirogenetski pokreti zbivali do kraja pliocena pa i u diluviju, jer su i diluvijalne tvorevine nabrane, radi čega su se pojedini dijelovi tla ispeli u veće visine, a to je utjecalo na intenzitet erozije *(149.)*.

Doline rijeka Une, Vrbasa i Bosne, koje se protežu južnim rubom Panonske zavale, složene su od kotlina međusobno povezanih sutjeskama. Postale su riječnom erozijom, na koju je utjecalo spuštanje razine Panonskog jezera.

Dolina Une složena je od nekoliko manjih i većih *kotlina: Suvajske, Martinbrodske, Kliško-vakufske, Bihaćke i Krupske*, koje su među sobom povezane sutjeskama. U kotlinama su za vrijeme neogena postojala jezera, u kojima su se staložili slatkovodni jezerski sedimenti miocensko-pliocenske starosti *(87., 140., 98.)*. Oni su mlađim tektonskim procesima poremećeni na istom mjestu, na kojem su i postali *(30., 4.)*. To su većinom tektonske zavale spuštene smjerom rasjeda sredinom tercijara prigodom oligomiocenskog nabiranja Dinarskog gorja. Jezerski sedimenti u kotlinama pružaju se diskordantno preko starijih slojeva i nisu nabrani, pa prema tome možemo zaključiti, da je poslije pliocena bilo samo vertikalnih pokreta, koji su poremetili neogene slojeve, tako da se oni danas nalaze u različnim visinama *(4.)*. To isto vrijedi i za kotline Unca *(75., 147.)*.

Sutjeske, koje spajaju pojedine kotline, nastale su erozijskim radom one vode, koja je otjecala iz pojedinih jezerskih zavala krajem pliocena i u diluviju. U zavalama su jezera prilikom splašnjavanja za vrijeme pliocena, pa i poslije usjekla terase u neogenim slojevima, a mjestimice i u rezistentnijem tvrdom rubu pojedinih zavala. U sutjeskama je voda, koja je otjecala iz jezera, izradila također riječne terase, koje po broju i visini odgovaraju jezerskim terasama. U dolini Une ima 5—6 terasa.

Otjecanjem su jezera u zavalama sve više splašnjavala, dok konačno u postjezerskim fazama nije Una postala kontinuirana rijeka. Cijeli se taj proces razvijao prema sukcesivnom pomicanju erozijske baze Panonskog jezera.

Iz odnosa fluvijalnih i abrazijskih terasa Panonskog jezera može se zaključiti, da se dolina Une stvarala kroz pliocen i diluvij *(4.)*.

Kao što dolina Une tako se i *dolina Vrbasa* sastoji od nekoliko *kotlina: Skopljanske, Jajačke, Bočačke, Krupske i Banjalučke*, u kojima su za vrijeme neogena bila također jezera, dok je sjeverni dio vrbaske doline bio zaljev Panonskog jezera *(136.)*.

Tercijarne naslage u Banjalučkoj zavali sastoje se od slatkovodnih vapnenaca, lapora i gline, a pripadaju po Katzeru stupnju starijih oligomiocenskih kongerija, a ne pliocenu *(150.)*. To je ista formacija, koja je razvijena u svim ostalim tercijarnim zavalama sjeverne Bosne *(80.)*.

Od sedam riječnih terasa, koje se nalaze u Banjalučkoj zavali između 160 m i 315 m aps. visine, prva gornja je pliocenska, a sve ostale diluvijalne *(114.)*, te odgovaraju pomicanjima razine Panonskog jezera, koja je Cvijić utvrdio u području donjeg Dunava *(33., 150.)*.

Dolina rijeke Bosne sastoji se od južnog mlađeg dijela, koji se pruža od izvora Bosne do Vranduka, i sjevernog starijeg, koji se pruža od Vranduka pa do južnog ruba Panonske zavale.

Ostatci jezerskih terasa na rubu *Sarajevske zavale* u visini od 850 m, 680 — 700 m, 630 — 650 m, 590 — 615 m, 560 m, 450 — 470 m i neogeni sedimenti dokazuju, da je tu za vrijeme tercijara bilo prostrano jezero *(8., 30.)*.

Jezero Sarajevske zavale komuniciralo je s onim jezerom, koje se nalazilo u Zeničkoj zavali, i koje je na rubu zavale izradilo tri terase u visini od 590 m, 560 m i 450 — 470 m.

Osim jezerskih pružaju se kroz obje zavale i riječne terase i to u Sarajevskoj zavali na 5 m, 10 m, 20 m i 40 m relat. visine *(8.)*, a u Zeničkoj na 10 m, 35 — 40 m relat. visine *(30.)*. Stariji dio doline rijeke Bosne od Vranduka do Panonske zavale bio je prvobitno dolina, kojom je otjecala voda iz velikog Sarajevsko-zeničkog pliocenskog jezera, a tek za vrijeme diluvija počela se kod terase od 35 — 40 m razvijati rijeka Bosna na suhom jezerskom dnu.

Usijecanje doline zbivalo se u savezu sa splašnjavanjem razine Panonskog jezera i spuštanjem dna Panonske zavale. Neke pojave kao brzaci u blizini Zenice i Doboja upućuju na istodobno ispinjanje planinske prijećke između Vranduka i Doboja t. j. između Sarajevsko-zeničke i Panonske zavale, koju je rijeka Bosna probila *(30.)*.

Prostrana *dolina rijeke Spreče*, koja je na sjeveroistoku omeđena poravnanim grebenom planine Trebovac—Majevica, a na jugozapadu planinskom skupinom, u kojoj se ističu denudirani vrhunci Ozren, Konjuh i Javornik, od osobite je geomorfologijske važnosti.

Ovako omeđena dolina Spreče spušta se blago s grebena Majevice i planinskog niza Ozren — Konjuh — Javornik do presječne

visine od 500 m. Ta je razina bila nekoć primarna udolina, u kojoj su kasnije nastale tri sekundarne zavale: Tuzlanska zavala, te zavala Gornje i Donje Spreče, koje su među sobom rastavljene niskim prijećkama. Dna sekundarnih zavala imaju prosječnu visinu od 280 m.

Uzevši u obzir debljinu tercijarnih slojeva, čini se kao da je tu bila posebna lokalna geosinklinala, koja je tokom vremena bila izložena različnim promjenama. Tu su snažno nabrani pontski slojevi, koji se nalaze na litavskim vapnencima ili sarmatskim naslagama, a bilo je tektonskih pokreta i početkom kvartara. Glavni efekat ovoga postpliocenskog nabiranja i pomicanja je ispinjanje neogena do znatnih visina. Uz nabiranje nastajali su i rasjedi *(87.)*, koji se pružaju sjeveroistočnim i jugozapadnim rubom Majevice, kao i uz rub planinske skupine Ozren — Konjuh — Javornik. Rezultat tog rasjedanja je stvaranje stršenika Trebovac — Majevica *(88., 148.)* na jednoj strani i stršenika Ozren — Javornik na drugoj, kao i stvaranje sekundarnih zavala: Tuzlanske kotline, Gornje i Donje Spreče. Poligenetska dolina rijeke Spreče spaja međusobno ove zavale.

Četiri visoke terase od 800 m, 720 m, 600 m i 550 m, koje se protežu cijelim rubom, mogu se smatrati općenitima za cijelu udolinu Spreče, dok dvije niže pripadaju isključivo sekundarnim zavalama.

Prve tri visoke terase mogu se smatrati ostatcima prostranih terasa, kojima se abrazijsko podrijetlo ne može sasvim pouzdano utvrditi, dok visoka terasa od 550 m ima sve značajke abrazijske razine. Ona se kontinuirano proteže cijelim rubom udoline, a izrađena je mjestimice u mladim i poremećenim pontskim slojevima. Poslije ove razine bilo je jezero reducirano na tri spomenute lokalne zavale, u kojima su po rubu svakoj posebno izrađene terase u visini od 460 m i 360 m.

Postanak ove veoma zanimljive doline razvijao se je od prilike na ovaj način. Po denudiranim i poremećenim sarmatskim slojevima i slojevima druge mediteranske stepenice može se zaključiti, da je prije pontske transgresije bio donekle izrađen reljef u dolini Spreče, kuda je prodrlo pontsko jezero ili je zaostalo kao dio Panonskog jezera te je tu staložilo svoje sedimente. Kasnije su se smjerom rasjeda spustile Tuzlanska zavala te zavale Gornje i Donje Spreče, koje su kao tektonske udubine postojale još za vrijeme sarmatske epohe. Visoke terase od 800 i 720 m i 600 m nastale su u pontsko doba, ali prije poremećaja u pontskoj epohi, koji su uvjetovali spuštanje sekundarnih zavala i usijecanje nižih abrazijskih terasa po njihovu rubu. Kad je radi općenitog pomicanja u pontsko doba razina jezera spala na 550 m, postale su sekundarne zavale samostalna lokalna jezera, koja su među sobom još komunicirala. Za vrijeme regresije povlačilo se jezero k najnižem i najviše spuštenom dijelu udoline oko Lukavca. Inverzni tokovi orijentirani prema ovom dijelu udoline, niske abrazijske terase u sekundarnim zavalama i njihova prosječna visina, koja odstupa od niskih terasa Panonske zavale, govore da je pretpostavka o potpuno samostalnom jezeru Spreče opravdana. Mladim, ali veoma snažnim epirogenetskim pokretima u pontsko doba stvorile su se radi spuštanja tla smjerom poprečnih rasjeda sekundarne zavale, uslijed čega se prekinula veza između udoline Spreča i zaljeva Bosne. Ponovo su obje zavale spojene za vrijeme diluvija, kad je otjecanjem jezera iz zavala probijena dobojska sutjeska *(148.)*.

LITERATURA

1. Andrijašević N.: O vertikalnom pomicanju obalne crte u historičko doba na sjeveroistoku Jadranskog mora. Zagreb 1907.
2. Bauer R. Die geomorphologischen Probleme in der Landschaft zwischen Dinara und Velebit. Geogr. Wochenschr. Jahrg. 1. Breslau 1933.
3. Bošnjak R.: Lika. Gl. Geogr. Društva Sv. 22. Beograd 1936.
4. Bošnjak R.: Dolina Une. Gl. Geogr. Društva. Sv. 24. Beograd 1938.
5. Bošnjak R.: Hrvatsko Zagorje. Gl. Geogr. Društva. Sv. XXV. Beograd 1939.
6. Bošnjak R.: Dolina gornje Kupe. Prilozi za poznavanje reljefa u našoj zemlji. Beograd 1931.
7. Chataigneau Y.: La region karstique de la Romania. Gl. Geogr. Društva. Sv. 6. Beograd 1921.
8. Chataigneau Y.: Le bassin de Sarajevo. Ann. de Géogr. Paris, 1928.
9. Chataigneau Y.: La vallée de la Vrbas (Bulletin de Association des Géographes français). Paris 1927.
10. Cvijić J.: Das Karstphänomen. Versuch einer morphologischen Monographie. A. Pencks Abhandl. Wien 1893.
11. Cvijić J.: Karst, geografska monografija. Beograd 1895.
12. Cvijić J.: Hydrographie souterraine et evolution morphologique du Karst. Recueil des Travaux de l'Institut de Géographie alpine. T. VI. 1918.
13. Cvijić J.: Circulation des eaux et erosion karstique. Xenia Gorjanovići. Zagreb 1925.-26.
14. Cvijić J.: Karsna polja zapadne Bosne i Hercegovine. Gl. Srp. Kr. Akad. LIX. Beograd 1900.
15. Cvijić J.: Morphologische und glaciale Studien aus Bosnien, der Hercegovina u. Montenegro. Das Hochgebirge und die Canonthäler. Abhandl. d. k. k. geogr. Gesell. Bd. II. Wien 1900.
16. Cvijić J.: Morphologische und glaciale Studien. Die Karstpoljen. Abhandl. d. k. k. geogr. Gesell. Bd. III. Wien 1901.
17. Cvijić J.: Über Gletscherspuren in Bosnien und Hercegovina. Verhandl d. Gesell. f. Erdk. Bd. XXIV. Berlin 1897.
18. Cvijić J.: Über die Entstehung der Kare. Mitteil. d. k. k. Geogr. Gesell. Bd. XLI. Wien 1898.
19. Cvijić J.: Novi rezultati o glacijalnoj eposi Balkanskog poluotoka. Gl. Srp. kr. Akad LXV. Beograd 1903.
20. Cvijić J.: O snežaničkoj i ledeničkoj eroziji. Gl. Geogr. Društva Sv. 7-8. Beograd 1922.
21. Cvijić J.: Struktura i podela planina Balkanskog poluotoka. Gl. Srp. kr. Akad. LXIII. Beograd 1902.
22. Cvijić J.: Die Dinarisch-Albanesische Scharung. Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. CX. Wien 1901.
23. Cvijić J.: Die Tektonik der Balkanhalbinsel. Compte Rendu du IX.-e Congrês géologique internat. de Wienne. 1903.
24. Cvijić J.: Die Entwicklungsgeschichte des Eisernen Tores. Ergänzungsheft N. 160 zu Petermanns Mitteilungen. Gotha 1908.

25. Cvijić J.: Bildung und Dislozierung der Dinarischen Rumpfflächen. Peterm. Mitteil. H. 6. Gotha 1909.
26. Cvijić J.: Flexurartige Dislozierung der Meereskϋsten und Talbildung. Compte Rendu des Travaux du IX-e Congrès Internat. de Géographie. T. II. Genève 1908.
27. Cvijić J: Abrazione i fluvijalne površi. Gl. Geogr. Društva. Sv. 6. Beograd 1921.
28. Cvijić J.: Abraziona serija jadranske obale i epirogenetski pokreti. Gl. Geogr. Društva. Sv. 7-8. Beograd 1922.
29. Cvijić J.: Fluvijalne površi. Gl. Geogr. Društva. Sv. 9. Beograd 1923.
30. Cvijić J.: Geomorfologija. Knjiga I. i II. Beograd 1924.-1926.
31. Cvijić J.: Kriptodepresije u Evropi. Gl. Srp. kr. Akad. LXIII.
32. Cvijić J.: Jezerska plastika Šumadije. Gl. Srp. kr. Akad. nauka LXXIX. Beograd 1909.
33. Cvijić J.: Neue Ergebnisse über die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel. Mitt. d. k. k. geogr. Gesell. Wien 1904.
34. Daneš J.: Uvodi dolni Neretvy. Sbornik česke společnosti zeměvidne. Č. 6, 7, 8, 9. R. XI. Prag 1905.
35. Daneš J.: La region de la Narenta inferieure. La Géographie 1906.
36. Daneš J.: Die Westhercegovinische Kryptodepression. Peterm. Geogr. Mitt. H. IV. 1905.
37. Diener K.: Die Stellung der Croatisch-Slavonischen Inselgebirge zu den Alpen und dem Dinarischen Gebirgssystem. Mitt. der geogr. Gesell. Wien 1902.
38. Diener K.: Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes. Wien 1903.
39. Gavazzi A.: Vransko jezero u Dalmaciji. Rad. Knj. 95. Zagreb 1889.
40. Gavazzi A.: Ušće rijeke Krke. Izvještaj kr. realke. Zagreb 1890.
41. Gavazzi A.: Ein Beitrag zur Hydrologie der unteren Krka. Mitteil. d. k. k. geogr. Gesell. Wien 1895.
42. Gavazzi A.: Geneza Plitvičkih jezera. Gl. Hrv. Naravosl. Društva. Knj. 15. Zagreb 1903.
43. Gavazzi A.: Trag oledbe na Velebitu. Gl. Hrv. Naravosl. Društva. Knj. 14. Zagreb 1903.
44. Gavazzi A.: Die Verschiebung der Meeresgrenze in Kroatien und Dalmatien in historischer Zeit. Gl. Hrv. Naravosl. Društva. Knj. 24. Zagreb 1912.
45. Gavazzi A.: Über die vertikalen Oszillationen des Adriatischen Meeresbodens. Verhandl. d. k. k. geol. R. A. Wien 1914.
46. Gavazzi A.: Mali oblici kamenja u tlu. Rad. Knj. 241. Zagreb 1931.
47. Gavazzi A.: O dubinama Jadranskog mora. Comptes Rendus du IV-e Congrès des Géographes et des Ethnographes slaves. Sofia 1936.
48. Gavazzi A.: Die Seen des Karstes. Abhandl. der Geogr. Gesellschaft. Wien V. 1904.
49. Gorjanović-Kramberger D.: Die geotektonischen Verhältnisse des Agramer Gebirges. Anhang zu d. Abhandl. d. k. Preuss. Akad. d. Wissensch. Berlin 1907.
50. Gorjanović-Kramberger D.: Strugača i njezin zapadni nastavak. Rad. CXXXI. Zagreb 1897.
51. Gorjanović-Kramberger D.: Die geologischen und hydrographischen Verhältnisse der Therme Stubičke Toplice in Kroatien. Jahrb. d. k. k. geol. R. A. Bd. 60. Wien 1910.
52. Gorjanović-Kramberger D.: Opaske na prof. E. pl. Cholnoky-a Die Oberflächengestalt des Alfölds. Vijesti geol. povjerenstva. Sv. III. i IV. Zagreb 1912.-1913.
53. Gorjanović-Kramberger D.: Der Bruchrand des Zagrebergebirges zwischen Podsused und Zagreb. Glas. Hrv. Prirod. Društva. Knj. XXXIV. Zagreb 1922.

54. Gorjanović-Kramberger D.: Morfologijske i hidrografijske prilike prapornih predjela Srijema te pograničnih česti županije srijemske. Glas. Hrv. Prirod. Društva. Knj. XXXIV. Zagreb 1922.
55. Gorjanović-Kramberger D.: Zur Frage der Einebnung flachgelegener Karstgebiete und der Entstehung freistehenden Gesteinssäulen. Vijesti geol. povjerenstva. Zagreb 1916.
56. Gorjanović-Kramberger D.: Die Klimaschwankungen zur Zeit der Lössbildung in Kroatien und Slavonien. Sonderabdr. aus Postglaciale Klimaschwankungen. Stockholm 1910.
57. Gorjanović-Kramberger D.: Nekadašnji otvoreni tok Dobre i kršni ravnjak u Ogulinu. Vijesti geol. povjerenstva III. i IV. Zagreb 1914.
58. Gorjanović-Kramberger D.: Neka opažanja u donjem toku Mrežnice. Vijesti geol. povjerenstva III. i IV. Zagreb 1914.
59. Gorjanović-Kramberger D.: Dva duboka bušenja južno od Vrdnika. Vijesti geol. povjerenstva III. i IV. Zagreb 1914.
60. Gorjanović-Kramberger D.: Die praepontischen Bildungen des Agramergebirges. Gl. Hrv. Naravosl. Društva V. Zagreb 1890.
61. Gorjanović-Kramberger D.: Plitki krš okolice Generalskog Stola u Hrvatskoj. Glas. Srp. kr. Akad. Knj. 85. Beograd 1911.
62. Gorjanović-Kramberger D.: War das Zagreber Gebirge vergletschert und wie ist die Zagreber Terrasse entstanden. Separatabdr. aus dem Földrajzi közlemenyek. Bd. XXXVI. II. 2. i 3. Budapest 1908.
63. Gorjanović-Kramberger D.: Die hydrographischen Verhältnisse der Lössplateaus Slavoniens. Gl. Hrv. Prirod. Društva XXVII. Zagreb 1914.
64. Gorjanović-Kramberger D.: Über eine diluviale Störung in Löss von Stari Slankamen in Slavonien. Extrait du Compte Rendu du XI-e Congrès geologique internat.
65. Gorjanović-Kramberger D.: Geologija gore Samoborske i Žumberačke. Rad. Knj. CXX. Zagreb 1894.
66. Gorjanović-Kramberger D.: Geologijski snošaji okolice Klanječke i Pregradske. Rad CXX. Zagreb 1894.
67. Gorjanović-Kramberger D.: Das Tertiär des Agramer Gebirges. Jahrb. der k. k. geolog. R. A. Wien 1897.
68. Gorjanović-Kramberger D.: Geologijske i hidrografijske crtice sa Velebita. Glas. Hrv. Naravosl. Društva. XI. Zagreb 1900.
69. Gorjanović-Kramberger D.: Geologijske i hidrografijske prilike oko Topuskoga. Rad 161. Zagreb 1905.
70. Gorjanović-Kramberger D.: Geologijska prijegledna karta kraljevine Hrvatske i Slavonije. List Zagreb. Zona 22., Col. XIV. Zagreb 1908.
71. Gorjanović-Kramberger D.: Diluvijalna terasa oko Virovitice—Lukača. Vijesti geol. povjerenstva. Sv. V., VI. Zagreb.
72. Gorjanović-Kramberger D.: Morfološke i hidrografske prilike srijemskog lesa. Gl. Geogr. Društva. Sv. 5. Beograd 1921.
73. Grund A.: Die Oberflächenformen des Dinarischen Gebirges. Zeitschr. d. Gesell. f. Erdk. Berlin 1908.
74. Grund A.: Die Entstehung und Geschichte des Adriatischen Meeres. Geogr. Jahresb. aus Österreich VI. Wien 1907.
75. Grund A.: Die Karsthydrographie. A. Pencks Geogr. Abhandl. Leipzig 1903.
76. Grund A.: Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges. A. Pencks Geogr. Abhandl. Leipzig 1910.
77. Grund A.: Der Geographische Zyklus im Karst. Zeitschr. d. Gesell. f. Erdk. Berlin 1914.
78. Grund A.: Neue Eiszeitspuren aus Bosnien und der Hercegovina. Globus LXXXI. Braunschweig 1902.
79. Haushofer A.: Verlösste Gebirge. Sonderbd. d. Zeitschr. d. Gesell. f. Erdkunde zu Berlin 1928.
80. Ilešić S.: Banja Luka. Geogr. Vestnik, Ljubljana 1939.
81. Katzer F.: Karst und Karsthydrographie. Sarajevo 1909.

82. Katzer F.: Tektonik und Oberflächenbeschaffenheit des Mittelbosnischen Schiefergebietes. Cvijićev Zbornik. Beograd 1924.
83. Katzer F.: Die Hydrographie des Lučci polje in Westbosnien. Gl. Geogr. Društva. Sv. 6. Beograd 1921.
84. Katzer F.: Die ehemalige Vergletscherung der Vratnica planina in Bosnien. Globus LXXXI. Braunschweig 1902.
85. Katzer F.: Neue Forschungen über die Vergletscherung der Balkanhalbinsel. Peterm. Mitt. Gotha 1915.
86. Katzer F.: Geologija Bosne i Hercegovine (Srpski prijevod). Sv. I. Sarajevo 1926.
87. Katzer F.: Geologischer Führer durch Bosnien und die Hercegovina. Sarajevo 1903.
88. Katzer F.: Die fossilen Kohlen Bosniens und der Hercegovina. Bd. I. II. Wien 1918., 1921.
89. Kayser K.: Morphologische Studien in Westmontenegro. Zeitschr. d. Gesellschaft f. Erdk. zu Berlin 1932., 1934.
90. Kerner F.: Über die morphologischen und hydrographischen Verhältnisse in Mittel-Dalmatien. Gl. Geogr. Društva. Sv. 7. i 8. Beograd 1922.
91. Kišpatić M.: Rude u Hrvatskoj. Rad Jug. Akad. Knj. 147. Zagreb 1901.
92. Kittl E.: Das Alttertiär der Majevica (Bosnien). Annalen d. k. k. Naturhist. Hofmuseums. Bd. XII. Wien 1897.
93. Kober L.: Die Grossgliederung der Dinariden. Centralblatt f. Min. etc. Jahrg. 1929.
94. Kober L.: Der Bau der Erde. Berlin 1923.
95. Kober L.: Alpen und Dinariden. Geol. Rdsch. Bd. V. Leipzig 1914.
96. Koch F.: Geotektonische Beobachtungen in alpinodinarischen Grenzgebiete. Cvijićev Zbornik, Beograd 1924.
97. Koch F.: Tektonika i hidrografija u kršu. Xenia Gorjanovići. Zagreb 1925.—26.
98. Koch F.: Die pliocänen Kongerienschichten von Drvar in Westbosnien. Gl. Hrv. Prirod. Društvo XXIX god. Zagreb 1917.
99. Koch F.: Geologie der Fruška Gora. Math. u. Naturwissensch. Ber. aus Ungarn Bd 13. Berlin—Budapest 1897.
100. Kossmat F.: Die morphologische Entwicklung der Gebirge im Isonzo- und oberen Savegebiet. Zeitschr. d. Gesell. f. Erdk. Berlin 1916.
101. Kossmat F.: Der Küstenländische Hochkarst und seine tektonische Stellung. Verh. d. Geol. R. A. Wien 1909.
102. Kossmat F.: Geologie der zentralen Balkanhalbinsel. Mit einer Übersicht des dinarischen Gebirgsbaus. Berlin 1924.
103. Kossmat F.: Die Adriatische Umrahmung der Alpinen Faltenregion. Mitt. d. geol. Gesell. Bd. 6. Wien 1913.
104. Krebs N.: Ebenheiten und Inselberge im Karst. Zeitschr. d. Gesell. f. Erdkunde. Nr. 3—4. Berlin 1929.
105. Krebs N.: Zur Geomorphologie von Hochkroatien und Unterkrain. Jubiläums-Sonderband d. Zeitschr. d. Gesell. f. Erdkunde zu Berlin 1928.
106. Krebs N.: Die Landschaftsgestaltung im kroatischen Karst. Izvješća o raspravama Matemat.-prirodosl. razreda. Jug. Akad. Zagreb 1929.
107. Krebs N.: Die physisch-geographischen Verhältnisse Dalmatiens.
108. Krebs N.: A. Grunds Studien zur Morphologie und Morphogenese der Hercegovina. Georg. Zeitschr. Bd. 17. H. 2 Leipzig 1911.
109. Krebs N.: Verbogene Verebnungsflächen in Istrien. Geogr. Jahresber. aus Österreich IV. 1906.
110. Krebs N.: Die Ostalpen und das heutige Österreich. Stuttgart 1928.
111. Krebs N.: Offene Fragen der Karstkünde, Georg. Zeitschr. Leipzig 1910.
112. Krebs N.: Oblikovanje krajine u hrvatskom kršu. Rad Jug. Akad. knj. 236. Zagreb 1929.

113. Kučan F.: Pijesak u Hrvatskoj. Gl. Hrv. Prirod. Društva. God. XXV. Zagreb 1913.
114. Laskarev: Sur le Loess des environs de Belgrade. Ann. Géol. de la Péninsule Balcanique. Beograd 1922.
115. Lazić A.: Podzemna hidrografska veza Trebišnjice i Dubrovačke rijeke. Gl. Geogr. Društva. Sv. 12. Beograd 1926.
116. Lazić A.: Dolina Trebišnjice. Gl. Geogr. Društva. Sv. 18. Beograd 1932.
117. Lehmann O.: Die Hydrographie des Karstes. Leipzig-Wien 1932.
118. Lukas G.: Orographie von Bosnien und der Hercegovina und systematische Einteilung der illyrischen Gebirgslandschaft auf geologischer Grundlage. Wissensch. Mitt. aus B.—H. Bd VIII. Wien 1901.
119. Machatschek F.: Das Relief der Erde. I. Bd. Berlin 1938.
120. Maull O.: Länderkunde von Südeuropa, Enzyklopädie der Erdk. Leipzig—Wien 1929.
121. Maull O.: Geomorphologie. Leipzig—Wien 1938.
122. Melik A.: Slovenija. Sv. I. Ljubljana 1935.
123. Milojević B.: Treskavica. Gl. Zem. Muzeja. Sarajevo 1934.
124. Milojević B.: Čvrsnica. Hrv. Geogr. Gl. Zagreb 1935.
125. Milojević B.: Geomorfološka promatranja u dolini Cetine. Cvijićev Zbornik. Beograd 1924.
126. Milojević B.:Geomorfološka promatranja u dolinama Krke i Čikole. Gl. Geogr. Društva. Sv. 9. Beograd 1923.
127. Milojević B.: Dinarsko primorje i ostrva. Beograd 1933.
128. Milojević B.:Tipovi dinarskih ostrva. Beograd 1928.
129. Milojević B.: Sur le canon de la Neretva. Zbornik na IV. kongres. Sofia 1936.
130. Milojević B.: Ostrvo Hvar. Gl. Geogr. Društva. Sv. 13. Beograd 1927.
131. Milojević B.: Visoke planine. Beograd 1937.
132. Milojević B.: Geomorfološka promatranja o mostarskoj okolini. Hrv. Geogr. Gl. 1939.
133. Milojević B.: Bilješke o glečerskim tragovima na Raduši, Cincaru, Šatoru, Troglavu i Velebitu. Gl. Geogr. Društva. Sv. 7—8. Beograd 1922.
134. Milojević B.: Opća geografija. Beograd 1932.
135. Milojević B.: Geografija Jugoslavije (predavanja). Beograd 1930.
136. Milojević B.: Privreda i naselja u dolini Vrbasa. Geogr. Vestnik. Ljubljana 1939.
137. Milojević S.: Pojavi i problemi krša. Beograd 1938.
138. Milojević S.: Nekoliko napomena o morfološkoj raznolikosti vrtača u golom kršu. Gl. Geogr. Društva. Sv. 23. Beograd 1937.
139. Milojević S.: L' abaissement et le déplacement des sources karstiques. Hrv. Geogr. Gl. Zagreb 1939.
140. Mojsisovics, Tietze, Bittner: Geologie von Bosnien und der Hercegovina. Wien 1880.
141. Nopcsa F.: Zur Geschichte der Adria. Eine tektonische Studie. Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesell. Bd 84. Berlin 1932.
142. Nopcsa F.: Geologische Grundzüge der Dinariden. Geol. Rdsch. Bd 12. Leipzig 1921.
143. Nopcsa F.: Zur Geologie von Nord—Albanien. Jahrb. d. k. k. Geolog. Reichsanst. Wien 1905.
144. Nowack E.: Zum Adria—Problem. Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesell. Bd 85. Berlin 1933.
145. Nowack E.: Morphogenetische Studien aus Albanien. Zeitschr. d. Gesell. f. Erdk. Berlin 1920.
146. Oppitz O.: Terase kod Oroslavlja. Alma Mater. Zagreb 1940.
147. Oppitz O.: Drvarska Zavala. (Prilog geomorfologiji zapadne Bosne). Nast. Vjesnik 1942.
148. Paunković Đ.: Spreča. Gl. Geogr. Društva. Sv. 20 i 21. Beograd 1934—1935.

149. Paunković Đ.: Severoistočna podgorina Majevice. Prilozi za poznavanje reljefa u našoj zemlji. Beograd 1931.
150. Pavičić Stj.: Tercijerna zavala Vrbasa kod Banje Luke. Gl. Zem. Muzeja. Sarajevo 1918.
151. Poljak J.: Geomorfološki oblici krednih kršnika Velebita. Vijesti geol. zavoda 3. 1929.
152. Poljak J.: Geomorfologija i hidrografija okoliša Ogulina i ogulinskog Zagorja. Xenia Gorjanovići. Zagreb 1925./26.
153. Poljak J.: Kratak prijegled geotektonskih odnosa hrvatsko-slavonskog gorja. Gl. Hrv. Prir. Društva. Zagreb 1912.
154. Penck A.: Die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel. Globus. Bd. LXXVIII. Braunschweig 1900.
155. Penck A.: Das unterirdische Karstphänomen. Cvijićev Zbornik. Beograd 1924.
156. Penck A.: Geomorphologische Studien aus der Hercegovina Zeitschr. d. D. Ö. Alpenvereines. München 1900.
157. Pilar Đ.: Geološka opažanja u Zapadnoj Bosni. Rad. J. Ak. LXI. 1879.
158. Pilar Đ.: Tragovi oledbe na podnožju Zagrebačke gore. Rad J. Ak. 39. Zagreb 1877.
159. Rakovec I.: Morfološki razvoj v območju posavskih gub. Geogr. Vestnik. Let. VII. Ljubljana 1931.
160. Richter E.: Beiträge zur Landeskunde Bosniens und der Hercegovina. Wissensch. Mitt. aus Bosnien und der Hercegovina. Bd. X. Wien 1907.
161. Roglić J.: Biokovo. Beograd 1935.
162. Roglić J.: Imotsko polje. Beograd 1938.
163. Roglić J.: Geomorphologische Studie über das Duvanjsko polje (Polje von Duvno) in Bosnien. Mitt. d. Geogr. Gesell. Bd 83. Wien 1940.
164. Roglić J.: Morphologie der Poljen von Kupres und Vukovsko. Zeitschr. d. Gesell. f. Erdk. Berlin 1939.
165. Roglić J.: Glacijalni tragovi na Biokovu. Posebna izdanja Geogr. Društva. Sv. 10. Beograd 1931.
166. Roglić J.: Beitrag zur Kenntnis der Karstformen in den dinarischen Dolomiten. Hrv. Geogr. Gl. Zagreb 1939.
167. Roglić J.: Eustatički i glacio-eustatički pokreti. Gl. Geogr. Društva. Sv. XXI. Beograd 1936.
168. Salopek M.: Moderna alpinska tektonika i geologija Hrvatske i Slavonije. Gl. Hrv. Prirod. Društva. Sv. XXVI. Zagreb 1914.
169. Sawicki L.: Beiträge zum geographischen Zyklus im Karste. Geogr. Zeitschr. Jahrg. XV. Leipzig 1909.
170. Soergel W.: Lösse, Eiszeiten und paläolitische Kulturen. Jena 1919.
171. Stur D.: Bericht über die geologische Übersichts-Aufnahme im mittleren Theile Croatiens. Jahrb. d. k. k. geol. R. A. Bd. XIII. Wien 1864.
172. Suess E.: Das Antlitz der Erde. Wien—Leipzig 1886.
173. Šenoa M.: Pontsko-jadranska razvodnica. Rad 143. Zagreb 1900.
174. Šenoa M.: Rijeka Kupa i njezino porječje. Rad 122. Zagreb 1895.
175. Terzaghi K.: Beitrag zur Hydrographie und Morphologie des kroatischen Karstes. Mitt. a. d. Jahrb. d. k. Ungar. geol. R. A. Bd. XX. Budapest 1913.
176. Tietze E.: Zur Geologie der Karsterscheinungen. Jahrb. d. k. k. geol. R. A. Bd 30. Wien 1880.
177. Tietze E.: Das Gebirgsland südlich Glina in Croatien. Ein geologischer Bericht. Jahrb. d. k. k. geol. R. A. Bd. XXII. Wien 1872.
178. Vetters: Geologie des nördlichen Albaniens. Denkschr. d. Wiener Akad. d. Wissensch. LXXX.
179. Winkler A.: Über die Beziehungen zwischen Sedimentation, Tektonik und Morphologie in der jungtertiären Entwicklungsgeschichte der Ostalpen. Sitzber. der Akad. d. Wissensch. Bd 132 Wien 1924.

180. Winkler A.: Über Probleme ostalpiner Geomorphologie. Mitt. geogr. Gesell. Bd 72. Wien 1929.
181. Winkler A.: Das jüngere Entwicklungsbild der Ostalpen. Zeitschr. d. Gesell. f. Erdk. Berlin 1926.
182. Winkler A.: Geomorphologische Studien im Isonzogebiet. Mitt. d. Geogr. Gesell. Wien 1919.
183. Winkler A.: Dinariden und Alpen. Comptes Rendus XIV. Congr. Internat. Géol. 1926. Madrid 1929.
184. Winkler A.: Zur Morphologie des Ostalpenrandes. Zeitschr. f. Geomorphologie II. 1927.
185. Winkler A.: Über den Bau der östlichen Südalpen. Mitt. d. Geol. Gesell. Wien. Bd. XVI. 1923.

Klima

Dr Stjepan Škreb i suradnici

I. UVOD

Iznad površine Zemlje, koja svojim reljefom, svojim gorama i ravnicama, te zavalama, koje je preplavilo more, daje našem životu stalnu podlogu i čvrsti okvir, diže se u nedogledne visine atmosfera — vrlo nemirni i promjenljivi ocean zraka. Neprestano se u atmosferi zbivaju promjene: mijenja joj se toplinsko stanje prelazeći sve stupnjeve između ciče zime i ljetne žege; gibaju se u njoj i male i velike gromade, nastaju vjetrovi, uzlazne i silazne struje; sad je atmosfera prozirna i uz plavo nebo sija Sunce, sad se stvaraju oblaci, pada kiša, tuča, snijeg; žestoka poremećenja daju oluje i grmljavine. Sva ova stanja atmosfere nazivamo *vremenom*, i ono nam je lijepo ili ružno, povoljno ili nepovoljno već prema tome, da li dotično stanje atmosfere odgovara našim potrebama ili željama. Tih je potreba i želja mnogo i vrlo raznovrsnih, jer o vremenu zavisi gotovo svačiji život i rad.

Pomno motrenje promjena vremena pokazuje, da u tim promjenama ima pravilnosti. Motrenje toka vremena na *jednom mjestu* poučilo je čovječanstvo već u najstarije doba kulture, da u izmjeni stanja atmosfere postoji periodičnost, tako da se stanovita stanja pojavljuju samo u neka doba godine ili bar pretežno u njima, a u ta se doba slična stanja redovno svake godine vraćaju. Upoznavanjem pak sve većih dijelova Zemlje pokazalo se, da postoje i vrlo velike *mjesne razlike* u toku vremena, da se u nekim krajevima uopće ne pojavljuju ili se rijetko pojavljuju onakva atmosferska stanja, kakva su u drugim krajevima redovna ili bar česta, da su prema tome stanovite pravilnosti u toku vremena karakteristične za pojedine krajeve i mjesta.

Ono što je u vremenskim pojavama jednoga kraja mnogogodišnjim motrenjem utvrđeno kao redovno i pravilno, te može služiti za karakteristiku toga kraja, zovemo *klimom* ili *podnebljem*. Karakterizacija pojedinih krajeva njihovom klimom postala je pri

proučavanju Zemlje tim važnija, što se pokazala očigledna veza klime s drugim regionalnim obilježjima, s raslinstvom i životinjstvom, s vodenim tokovima i plodnošću tla, pa prema tome i s prehranom, gospodarstvom i kulturom.

Klimatologija, znanost koja proučava klimu, je dosta mlada. Ali tokom jednog stoljeća, od kada se na njoj sistematski radi, došla je ona kao prirodna znanost u fazu razvitka, gdje se više ne zadovoljava utvrđivanjem samih činjenica, nego ide za tim, da te činjenice uzročno poveže i tumači. Klimatologija nam ne razlaže samo, kakva je bila klima u minulom razdoblju, nego i kakve se atmosferske prilike mogu sa znatnom vjerojatnošću očekivati u budućnosti. Međutim ova se mogućnost predviđanja proteže samo na *prosjek* vremenskih pojava, a ne na pojedine pojave, naročito ne na izvanredne. Zna se na pr. da u zaleđu Boke Kotorske pada u prosjeku godišnje pet puta više oborine nego u zagrebačkom kraju, i taj omjer čini bitnu razliku klime ovih dvaju krajeva. Možemo s velikom sigurnošću očekivati, da će se taj omjer prosječnih godišnjih količina oborine sačuvati i u buduće, jer će i dalje djelovati iste okolnosti, koje su dosada proizvele tu razliku klime. Kad bi se i dogodilo, da se količina oborine u nekoj izvanredno suhoj godini u zaleđu Boke znatno približila količini jedne izvanredno kišovite godine u zagrebačkom kraju, to ne bi značilo, da su se klime ovih dvaju krajeva zbližile.

Prema tome je zadaća klimatografije određena time, što je klima skup vremenskih (atmosferskih) pojava nekoga kraja, koje su iznesene onako, kako nam se prikazuju u prosjeku te stalnim obilježjima karakteriziraju taj kraj, a koje su povezane međusobnim utjecajem, te po mogućnosti rastumačene uzročnim vezama sa kozmičkim i terestričnim čimbenicima.

Razilaze se donekle mišljenja, koje pojave treba smatrati *elementima klime*. Na to će pitanje drukčije odgovoriti onaj, tko klimu proučava na pr. s gledišta higijene, a drukčije onaj, tko je proučava radi primjene u poljodjelstvu. No ove se razlike tiču više sporednih elemenata klime, dok se u pogledu glavnih elemenata klimatolozi u glavnom slažu. Iznimku čini tlak zraka, jer njegove promjene ne djeluju neposredno na naše organe, a to bi (po A. v. Humboldtu) trebao biti kriterij, ima li se neka pojava brojiti u elemente klime. Međutim tlak zraka, iako ne djeluje neposredno biologijski, važan je elemenat pri proučavanju uzročnih veza klimatskih pojava.

Ova se klimatografija Hrvatske ograničuje na glavne elemente klime, a ti se mogu prema glavnom fizikalnom čimbeniku, koji se u njima očituje, razdijeliti na tri skupine.

Kod elemenata prve skupine očituje se u zraku djelovanje sile teže, a stanja i promjene, koje se tu promatraju, mehaničke su prirode. Glavni elementi te skupine su *tlak zraka i vjetar.*

Razdioba tlaka zraka djeluje i na razdiobu drugih elemenata klime, a ti elementi opet djeluju na razdiobu tlaka. S mjesnim razlikama tlaka usko su povezana horizontalna gibanja zraka, vjetrovi. Vjetrovi utječu tako moćno na druge elemente, da oni vjetrovi, koji redovno pušu, mogu klimi nekog kraja dati glavno obilježje.

U drugoj skupini elemenata klime djeluje kozmički čimbenik, Sunce. Uz izravno djelovanje zrakama i svjetlošću na sve živo Sunce je toplinskom energijom, koju od njega prima zemaljsko tlo, a po njemu atmosfera, glavni pokretač atmosferskih pojava. Samo *sijanje Sunca* je elemenat klime i po intenzitetu i po trajanju. No aktinometričkih mjerenja, kojima se ustanovljuje intenzitet Sunčevih zraka, dosada nije bilo u tom opsegu, da bi intenzitet mogao biti jedan od onih glavnih elemenata klime, koji ulaze u svaku klimatografiju. U Hrvatskoj još nije bilo sistematski provedenih aktinometričkih motrenja. Sijanje Sunca po *trajanju* mjereno je u većem opsegu, pa je ono prikazano u vezi sa naoblakom. Glavni elemenat ove druge skupine je *temperatura zraka*. Temperatura je izraz toplinskog stanja atmosfere, a o njoj, njezinim vremenskim promjenama i mjesnim razlikama zavisi sve atmosfersko zbivanje. Interval, u kojem se kreće temperatura, i način, kako se u njemu kreće, određuju u velikoj mjeri klimatski značaj jednoga kraja.

U trećoj je skupini elemenata klime fizikalni čimbenik *vodena para*. Cirkulacija vode, kojom se ona diže u zrak kao vodena para i opet izlučuje kao oblak i oborina, jedan je od osnovnih uvjeta života na Zemlji. Vodenom parom u atmosferi i njezinim zgušćivanjem u vodu ili led dana su tri glavna elemenata klime: *vlaga* zraka, *naoblaka* i *oborina*.

Da nema raznolikosti Zemljine površine, koju joj daje razdioba kopna i mora, te ravnih i gorovitih dijelova, klima bi na Zemlji bila vrlo jednolika. U svima elementima klime očitovalo bi se poglavito djelovanje kozmičkih čimbenika, Sunca, Zemljine revolucije i rotacije, a od terestričnih čimbenika zemljopisna bi širina već sama dala obilježje klimi jednoga mjesta. Raznolikost Zemljine površine stvara veći broj terestričnih čimbenika, koji djeluju na elemente klime premještajući i izobličujući ljestvicu njihovih vrijednosti, te mijenjajući im godišnji i dnevni hod. Od ovih čimbenika najdjelotvorniji su reljef, nadmorska visina i udaljenost od mora.

Reljef tla osobito djeluje velikim gorskim lancima, koji kao klimatske pregrade stvaraju i ograničuju klimatska područja. I unutar istog klimatskog područja gorje modificira elemente klime, te neke vremenske pojave pojačava, a druge slabi. Sam porast nadmorske visine mijenja sustavno vrijednosti klimatskih elemenata.

More je kao spremište topline, kao prostor slobodne cirkulacije zraka i kao izvor vodene pare najmoćniji terestrički čimbenik. Osnovna podjela klimatskih tipova po oceanitetu i kontinentalitetu svodi se na djelovanje mora, jer nema fizikalnog stanja ni procesa u atmosferi, na koji ne bi utjecala blizina morske pučine.

Hrvatska učestvuje u cijeloj raznolikosti terestričnih čimbenika. Njezino prostiranje u zemljopisnoj širini je doduše maleno, ali njezin položaj na Jadranskom moru i na poluotoku, njezini gorski sklopovi, a osobito gorski lanci, koji dijele zaleđe od Primorja, djeluju tako snažno, da je raznolikost klimatskih tipova za tako malo područje neobično velika.

Podatci o elementima klime dobivaju se iz *motrenja meteorologijskih postaja*. Postaje, koje sačinjavaju meteorologijsku mrežu neke zemlje, treba da vrše motrenja neprekidno svaki dan kroz što dulje nizove godina i uz što stalnije uvjete motrenja. Samo iz dugih nizova motrenja, koja su jednorodna (homogena) i po mjestu i po načinu motrenja, dobivamo podatke, iz kojih s dovoljnom sigurnošću proizlazi, što se može za dotično mjesto smatrati prosjekom, što redovnom, što izvanrednom pojavom; samo su takvi podatci iz raznih postaja međi sobom uporedivi.

Središnjim meteorologijskim zavodima, koji stoje na čelu meteorologijskih mreža, jedna je od glavnih zadaća, da se brinu oko sabiranja što obilnijih, točnijih i homogenijih klimatskih podataka, da urede što više i što bolje opremljenih meteorologijskih postaja, te podukom i nadzorom motritelja postignu što veću pouzdanost i jednakost u načinu motrenja. Nadzor rada postaja osniva se u biti na isporedbi njihovih podataka, te kritika građe dobivene od postaja zahtijeva zapravo već poznavanje klime dotične zemlje. Kako ovakva kritika dotjeruje rad postaja, a bolji podatci postaja omogućuju bolje upoznavanje klime, to uzajamno usavršavanje rada u mreži i u središnjem zavodu vodi sve jačem približavanju istini o klimi. Istraživanje klime je stoga dugotrajan proces aproksimacije istini, koji još ni za jednu zemlju na svijetu nije dovršen, a u većini je zemalja istom započet.

Građa za ovu klimatografiju Hrvatske je obilna, ali u pogledu kakvoće pokazuje velike nedostatke. Meteorologijskim mrežama u našim krajevima nije bilo suđeno, da se razviju pravilno. Sustavno meteorologijsko motrenje u Evropi započinje u većem opsegu oko sredine prošloga stoljeća, a ubrzo je taj rad prenesen i u naše krajeve, pa imamo meteorologijskih motrenja mjestimice već iz pedesetih godina. Rascijepanost hrvatskih krajeva na tri državna teritorija uzrokovala je međutim nedosljednost, manjkavost i nejednakost meteorologijskih motrenja. Središnjim meteorologijskim zavodima u Beču i Budimpešti nijesu dašto bile mreže u našim krajevima najvažnija zadaća. Ali i onda, kad su kod nas nastali samostalni središnji meteorologijski zavodi (u Zagrebu i u Sarajevu),

nijesu meteorologijske mreže napredovale, kako je bilo poželjno. Zavodi su se borili sa velikim poteškoćama: materijalna sredstva nijesu dotjecala, da se dovoljan broj postaja održi na doličnoj razini rada; motrenja su često bila prekidana ili su ostala na nedovoljno obrazovanim osobama, koje su povrh toga obavljale motriteljsku dužnost uz minimalnu, a katkad i nikakvu nagradu; sami središnji zavodi zbog pomanjkanja osoblja nijesu stigli da kurentno i ispravno obrađuju i objelodanjuju podatke, a podatci su dolazili katkad u upotrebu, a da nijesu prošli potrebno znanstveno rešeto.

Najkasnije su započela meteorologijska motrenja u Bosni i Hercegovini. Prve (vojničke) postaje počinju s radom 80-tih godina, a god. 1892. i slijedećih organizira bosansko-hercegovačka zemaljska vlada prilično gustu — svakako u našim krajevima najgušću — meteorologijsku mrežu sa opremom postaja prema tadanjem stanju znanosti i središnjim zavodom u Sarajevu. Iako je u toj mreži bilo primjera savjesnog motriteljskog rada, u cjelini je ta mreža već dosta brzo počela kvalitativno propadati, pa se s vremenom razvila u najbolniju točku naše meteorologije. Pokazalo se tu, da se pitanje klimatskog istraživanja ne rješava jednim snažnim naletom, nego samo dugogodišnjim, jednolikim, stručno vođenim radom. Sarajevski je zavod objelodanio rezultate do god. 1913., poslije toga ima vrlo malo upotrebljivih podataka.

U Dalmaciji je meteorologijska mreža, kojom je upravljao bečki središnji zavod, bila kud i kamo prerijetka za klimatski tako zanimiv kraj. Postaje su, daleko od središnjice, radile većinom s prekidima. Iza svjetskog rata još su životarili neki ostatci stare mreže, a obnova rada i aparature na postajama tekla je vrlo slabo. Obnova mreže u obalnom pojasu, koja je uzela maha tridesetih godina, bila je usmjerena prema potrebama ratne mornarice.

Razmjerno najbolje se razvila mreža u Hrvatskoj i Slavoniji, osobito od god. 1901. dalje, kad je prestala biti sastavnim dijelom madžarske mreže, te je dobila svoj samostalni središnji »Zavod za meteorologiju i geodinamiku« u Zagrebu, sadašnji Hrvatski državni geofizički zavod. Tu su motrenja na znatnom broju postaja tekla neprekidno kroz desetljeća, pa ima nekoliko vrlo homogenih nizova sa više od 50 godina motrenja (Zagreb, Crikvenica, Osijek). Imala je dakako i ova mreža svoju oseku za vrijeme svjetskog rata i prvih poratnih godina, ali ona nije nikad toliko zatajila, da bi nastala potpuna praznina.

Ova je klimatografija prvi prikaz klime cjeline hrvatskih krajeva, koji se temelji na opsežnoj numeričkoj građi, obrađenoj po strogim znanstvenim načelima. Stariji radovi o klimatskim prilikama hrvatskih krajeva djelomice su upotrebljeni za ovu klimatografiju i navedeni u pojedinim odsjecima.

Rad oko ove klimatografije, koji je iziskivao opsežne numeričke predradnje, razdijeljen je na više suradnika, članova Hrvatskog državnog geofizičkog zavoda. Obradili su: klimatski značaj i klimatsku razdiobu S. *Škreb* i J. *Letnik;* vremenske pojave, naoblaku i sijanje Sunca J. *Letnik;* temperaturu M. *Kovačević;* vlagu H. *Juričić;* tlak i vjetar A. *Obuljen;* oborinu F. *Margetić.*

II. VREMENSKE POJAVE

Dr Josip Letnik

1. POLOŽAJ HRVATSKE U OPĆOJ CIRKULACIJI

Promatrajući naše krajeve u pogledu uvjeta za stvaranje vremenskih pojava možemo općenito ustanoviti, da se oni u evropskoj cirkulaciji atmosfere nalaze na vrlo prometnom mjestu. Stoga su vremenske pojave u našim krajevima vrlo raznolike, a promjene vremena česte i velike.

Naši su krajevi na pol puta između subtropskog pojasa visokog tlaka s jedne strane i arktičke kalote i subpolarnog pojasa niskog tlaka s druge strane. Meridionalna cirkulacija, koja se preko naših krajeva odvija, te vodi polarni zrak prema jugu, a tropski prema sjeveru, čini, da su ovi krajevi poprište žive ciklonalne djelatnosti. Ova je djelatnost pojačana još položajem na Sredozemnom moru, u kom se, osobito u hladnom dijelu godine stvaraju ciklone u velikom broju. Ove ciklone nastaju bilo primarno uslijed temperaturnih opreka između pojedinih pokrajnih mora i poluotoka, bilo kao sekundarne ciklone.

I monsunska cirkulacija ima u našim krajevima jak utjecaj na razvitak vremena. Zimi se na sjeveroistoku (Rusija, Sibirija), gdje su najveće kopnene mase, uz nisku temperaturu stvara visok tlak, dok je na dohvatu Atlantskog oceana nizak tlak. Ljeti pak razvija se nad ugrijanim kopnom prednje Azije područje niskog tlaka, dok se subtropsko područje visokog tlaka u Atlantskom oceanu pomakne znatno na sjever. U monsunskoj cirkulaciji, koja se ovako stvara između evropskog kopna i Atlantskog oceana, opet su naši krajevi na sredini između akcionih središta.

2. UZDUŠNE MASE

Uzdušne mase, koje meridionalnom i monsunskom cirkulacijom dolaze u naše krajeve, potječu iz različitih krajeva i prolaze različitim putevima, pa prema tome imaju i različita svojstva i različito utječu na vrijeme. U glavnom treba razlikovati četiri vrste uzdušnih masa, koje dopiru u naše krajeve:

I. *Polarni zrak* dolazi nam iz umjerenih sjevernih širina, gdje se stvorio iz arktičkog zraka, koji je prodro u umjereni pojas. Ovaj nam zrak dolazi iz dva smjera, pa je prema tome ili *maritimni* ili *kontinentalni* polarni zrak.

a) *Maritimni polarni zrak* potječe ili iz sjevernih krajeva Sjeverne Amerike ili iz sjevernih širina Atlantskog oceana, a dolazi u Evropu preko Oceana sa zapada ili sjeverozapada, pokrenut strujom na stražnjoj strani ciklona, koje nastaju u subpolarnom pojasu niskoga tlaka.

b) *Kontinentalni polarni zrak* dolazi iz anticiklonalnih područja, koja nastaju ili na sjeveroistoku i istoku Evrope (u Evropskoj Rusiji i u Sibiriji) ili u Srednjoj Evropi.

Ovaj je zrak pokrenut u smjeru prema našim krajevima strujama na prednjoj strani anticiklona, i to iz Srednje Evrope po istočnom rubu Alpa, a iz Rusije preko Podunavlja i Balkanskog poluotoka.

II. *Tropski zrak* dolazi nam također ili kao *maritimni* ili kao *kontinentalni* već prema podrijetlu i putu.

a) *Maritimni tropski zrak* potječe iz anticiklona subtropskog pojasa, koje se stvaraju u Atlantskom oceanu (Azorski maksimum). Središte ovih anticiklona odmiče u toplo godišnje doba na sjever. Maritimni tropski zrak dolazi i iz Sredozemnog mora strujom na prednjoj strani sredozemnih ciklona, osobito u hladnom dijelu godine.

b) *Kontinentalni tropski zrak* dolazi nam u toplo godišnje doba iz sjeverne Afrike, prednje i srednje Azije, krajeva oko Crnog i oko Kaspijskog mora, pa s Balkanskog poluotoka. Izvori i ovog zraka ljeti odmiču više na sjever. Ovaj zrak pokreću prema nama i ciklone i anticiklone.

3. CIKLONE

Pri promatranju ciklonalne djelatnosti treba u prvom redu obratiti pažnju onim ciklonama, kojih barometarski minimumi prolaze kroz naše krajeve ili u njihovoj blizini. To su u glavnom sredozemne ciklone, koje su nastale u Sredozemnom moru ili u Atlantskom oceanu, a putuju Sredozemnim morem do naših krajeva. Dobar dio ovih ciklona su sekundarne tvorbe, koje ponajčešće nastaju u Biskajskom i u Đenovskom zaljevu.

Staze, kojima prosječno putuju sredozemne ciklone, utvrđene su znatnom sigurnošću. Čestina, kojom se ciklone pojavljuju na ovim stazama, različita je za pojedine staze u različita godišnja doba. Staze sredozemnih ciklona imaju čvorište južno od Alpa u području Đenovskog i Mletačkog zaljeva. Ovdje ciklone nastaju ili

ovamo dolaze sad iz Biskajskog zaljeva preko Francuske (na stazi označenoj sa V^a), sad iz zapadnog Sredozemnog mora. Iz ovog čvorišta izlaze četiri staze, označene sa V^b, V^c, V^d, V^e, koje su za naše krajeve važne.

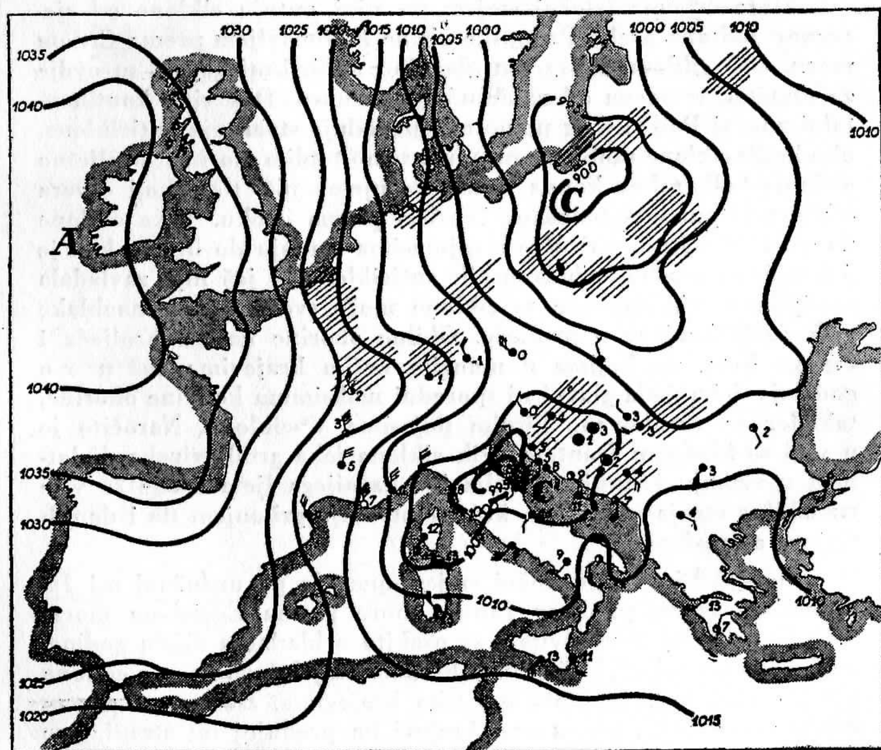
Staza V^b zakreće od Mletačkog zaljeva prema sjeveroistoku; ciklone na ovoj stazi putuju istočno od Alpa preko Madžarske i Poljske prema Baltiku. Velikim dijelom, osobito u hladnom dijelu godine ove se ciklone razvijaju iz jedne sredozemne ciklone nastale u Đenovskom zaljevu. Ali ima ciklona na stazi V^b osobito u toplom dijelu godine, koje nemaju neposredne veze sa sredozemnim ciklonama, nego nastaju pod utjecajem elemenata evropske monsunske cirkulacije, kad se hladan oceanski zrak na zapadu Evrope sukobi sa toplom strujom kontinentalnog tropskog zraka s jugoistoka. Ovo dvojako podrijetlo V^b ciklona čini valjda, da su one najčešće u proljeću i jeseni, t. j. na prijelazu iz hladnog u topli dio godine, odnosno iz toplog u hladni. Ciklone na stazi V^b zahvaćaju svojim oblačnim i kišnim pojasima samo sjevernije naše krajeve.

Staza V^c ima istočni smjer; po njoj putuju ciklone od sjevernog Jadrana preko Panonske nizine Podunavljem prema Crnom moru. Ove ciklone zahvaćaju glavninu naših krajeva, pa su ovdje za razvitak vremena od najodlučnije važnosti. Dok zimi kontinentalni značaj Balkanskog poluotoka pogoduje stvaranju anticiklona, oko kojih ciklone zaobilaze putujući samo toplim morima, proljetno grijanje balkanskog kopna stvara na njemu niži tlak, koji otvara ciklonama put iz subalpskog čvorišta prema istoku. Tako ciklone na stazi V^c putuju najčešće u mjesecima travnju do lipnja, kad je dokrajčeno razdoblje balkanskih anticiklona, a još nije zavladala etezijska struja. Na ove se ciklone može svesti porast naoblake svih naših krajeva u proljeće. Obilne oborine našega proljeća i ranoga ljeta, po kojima u mnogim našim krajevima baš u ovo godišnje doba pada glavni ili sporedni maksimum količine oborine, također su uzrokovane kišnim pojasima V^c-ciklona. Naročito je u vezi sa hladnom frontom ovih ciklona jaka grmljavinska djelatnost u svibnju i lipnju. Grmljavine kasnijega ljeta svode se više na labilna stanja atmosfere, koja se stvaraju grijanjem tla i donjih slojeva atmosfere.

Staza V^d ima jugoistočni smjer, ona ide po uzdužnoj osi Jadranskoga mora, pa kroz Jonsko more prema Egejskom moru. Ciklone na ovoj stazi javljaju se osobito u hladnom dijelu godine, najčešće su u veljači i ožujku. U hladnom dijelu godine ove ciklone upravo vladaju vremenom u našim krajevima. Dok su u prvom dijelu svoga puta, pa su naši krajevi na prednjoj im strani, ove ciklone uzrokuju svojim toplim sektorom topli jugo s oborinama. Kad ove ciklone odmaknu dalje na jugoistok, naši krajevi dođu

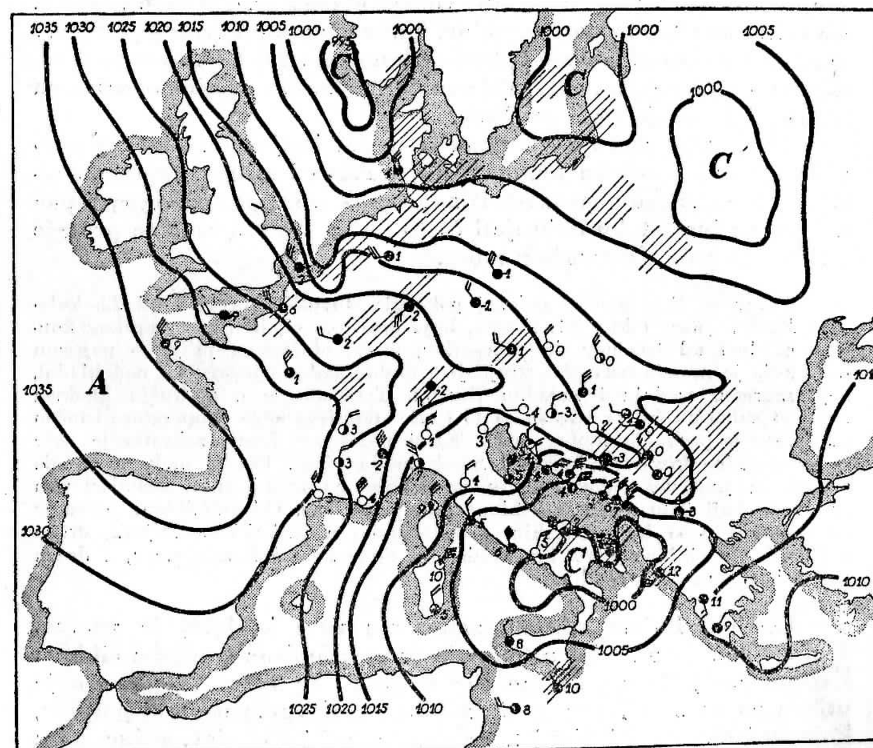
na njihovu stražnju stranu, cirkulacioni sustav ciklone dovlači hladni zrak iz zaleđa našeg Primorja, pa nastaje primorska bura uz studen, dok je u zaleđu često kiša i snijeg. Ciklone na stazi V^d često su vrlo duboke, t. j. tlak je u njihovu središtu vrlo nizak, a brzina gibanja im je velika. Njihovim brzim prolazom kroz Jadransko more uzrokovani su nagli preokreti vremena sa naglim promjenama smjera vjetra. Ovim ciklonama treba pripisati veliku promjenljivost vremena u hladnom dijelu godine, koja postoji u našem Primorju. Te su nagle promjene vremena praćene zimskim grmljavinama, karakterističnima za naše Primorje.

Staza V^e, usporedna sa V^d ide jugoistočnim smjerom iz Đenovskog zaljeva preko Tirenskog mora prema jugoistočnom Sredozemlju. Ova je staza zapravo varijanta staze V^d, ciklone na ovoj stazi pripadaju kao i na V^d hladnom dijelu godine, a djeluju i na isti način svojom prednjom i stražnjom stranom na vrijeme u našim krajevima, s tom razlikom, da je jačina djelovanja radi veće udaljenosti manja.



Sl. 1. Sinoptički pregled od 11. II. 1938.

Primjer razvoja ciklone na stazi V^d u dva susljedna dana, 11. i 12. veljače god. 1938., daju slike 1. i 2. sa sinoptičkim pregledom[1]) za jutro tih dvaju dana. Ova je ciklona nastala već 10. II. u Đenovskom zaljevu kao sekundarna tvorba jedne sjeverne ciklone sa središtem nad Baltikom. Nakon postanka pojačala se ova sredozemna ciklona 11. II. pridolaženjem hladnoga zraka, koji je iz arktičkih krajeva doveden strujom na stražnjoj strani ove sjeverne ciklone i na prednjoj strani anticiklone azorskog podrijetla, koja prekriva svu zapadnu Evropu. Taj hladni zrak stvorio je usporom na Alpama 11. II. sjeverno od Alpa povišen tlak i time (vidi na slici 1. na istok izbočene izobare 1020 mb, 1015 mb i 1010 mb) proširio anticiklonu na istok. Taj hladni zrak struji uzduž zapadnog ruba Alpa dolinom Rhone prema jugu dajući ovdje mistral, srodnika naše bure. 11. II. u jutro vidimo ovu ciklonu već proširenu na Jadran. Hrvatski su krajevi još na njezinoj prednjoj strani, naše Primorje ima jugo s umjerenim do jakim vjetrovima s juga i jugoistoka, ono se nalazi u toplom sektoru ciklone (temperature 6^0 do 11^0 C), svagdje je u Primorju bilo oborine; u zaleđu oblačno, mjestimice kiša i snijeg.



Sl. 2. Sinoptički pregled od 12. II. 1938.

1) Izobare na sinoptičkim pregledima u milibarima (1 mb = ¾ mm živina stupa); strjelice uz krugove, koji označuju mjesta, daju smjer vjetra, svako cijelo pero na strjelici po 2 stupnja jačine vjetra, dvostruki krug bez strjelice znači tišinu; krugovi su ispunjeni crnilom prema stupnju naoblake; brojevi uz mjesta znače temperaturu; A = anticiklona, C = ciklona; koso osjenjene plohe pokazuju područja sa oborinom.

Sutradan 12. II. ciklona je svojim središtem na stazi Vd došla u Jonsko more. Hladni zrak na prednjoj strani anticiklone, koja je zahvatila i srednju Evropu, struji sada uzduž istočnog ruba Alpa u naše krajeve, a struja na stražnjoj strani Vd-ciklone nosi ovaj hladni zrak prema Jadranu, gdje se pojavila bura, osobito jaka u srednjem i južnom Primorju. Usporom te hladne struje na gorskom bedemu našeg Primorja povišen je tlak i u zaleđu, pa su se anticiklonalne izobare i ovamo izbočile. U krajevima, kamo je doprla anticiklona, razvedrivanje, u ostalom zaleđu oblačno, mjestimice kiša i snijeg. Dolaskom hladnog zraka temperatura je u zadnja 24 sata i u Primorju i u zaleđu osjetljivo pala (u Splitu za 4°, Zagrebu za 7°).

Na vrijeme u našim krajevima utječu osim sredozemnih još i druge ciklone. Tako su važne za nas i ciklone na stazi IIIa, koja od Skagerraka ide jugoistočnim smjerom. Ove ciklone djeluju na naše vrijeme ne samo svojim sekundarnim tvorbama, nego i izravno svojim cirkulacionim sustavom vodeći hladan zrak u naše krajeve. Na takve se ciklone svode prodori hladnog zraka u svibnju (»ledeni svetci«) i u lipnju. Konačno, kad ciklone na stazi IIIa, osobito zimi, dopiru dalje na jug, zna njihova topla fronta svojim oborinama zahvatiti i nekoje naše predjele.

Ljeti daje razvoju vremena u našim krajevima često glavno obilježje ona razdioba temperatura, tlakova i struja, koja je svojstvena monsunskom sustavu. Hladan zrak u zapadu Evrope, topao u istoku i jugoistoku daju ljeti često jednu frontu, koja se proteže od Istočnog do Jadranskog mora.

Takav za ljeto tipični položaj pokazuje sinoptički pregled od 22. kolovoza 1938. u jutro (slika 3.). Fronta, koja presijeca cijeli trup evropskog kontinenta idući od Istočnog do Jadranskog mora, obilježena je jasno pojasom kiše, koja je nastala uzlaznim strujanjem toplog zraka s jugoistoka nad hladni, koji zaprema srednju i zapadnu Evropu. Temperature u području hladnog zraka zapadno od fronte niže su za 10 i više stupnjeva nego temperature istočno od fronte u području toplog zraka. Kišni pojas ove fronte zahvatio je naše sjeverozapadne krajeve (Zagreb i Sušak imaju kišu). Hladni zrak sa zapada i topli sa jugoistoka dovedeni su do sukoba na fronti onim cirkulacionim sustavom, koji daju dvije anticiklone i dvije ciklone. Od anticiklona jedna je na jugozapadu sa barometarskim maksimumom u Biskajskom zaljevu, druga u Rusiji. Od ciklona jedna ima središte u Sjevernom ledenom moru, a druga u jugoistočnom Sredozemlju.

Čestina, kojom ciklone zahvaćaju naše krajeve, je znatna. Van Bebber je u svrhu ustanovljenja zemljopisne razdiobe ciklona Evropu podijelio u polja po 10° duljine i 5° širine. Ciklone, koje utječu na naše vrijeme, imaju središta u glavnom u onim poljima, koja su između 0° i 20° ist. duljine te 40° i 45° sjev. širine, pa u poljima između 10° i 30° ist. duljine te 45° i 50° sjev. širine. Ovih je ciklona svega prosječno 66 u godini. U ovom području najveća je ciklonalna djelatnost u polju 10° do 20° duljine i 40° do 45° širine u koje pada uz Jadransko more najveći dio Hrvatske i Italije. Ovdje imaju središte prosječno 24 ciklone u godini. Od ove 24 ciklone po 8 ih pada u proljeće i jesen, a najmanje ih je ljeti (dvije). Po čestini ciklona premašuju nas sjeverno-evropske zemlje,

a osobito, sa 40 ciklona godišnje južna Švedska sa Skagerrakom, gdje je najjače čvorište ciklonskih staza.

Sa sredozemnim ciklonama povezana je i zanimljiva osobina naših krajeva: padanje pustinjske prašine afričkog podrijetla, rjeđe suhe, češće s oborinom (blatna ili crvena kiša, odnosno crveni snijeg). Ovu prašinu dižu u Sahari u zrak vrtložni vjetrovi, a prenosi je u naše krajeve tropski zrak, koji struji na prednjoj strani sredozemnih ciklona. Pojava saharske prašine dosta je česta u našem Primorju, a mnogo se zapaža i kao »crveni snijeg« u visokim planinama zaleđa (Bjelašnica). U izvanrednim slučajevima



Sl. 3. Sinoptički pregled od 22. VIII. 1938.

dopru crvene oborine i vrlo daleko. Tako su znamenite pojave u našim krajevima bile g. 1901., kad je saharska prašina zanesena čak do sjeverne Evrope, pa g. 1933., kad je padala blatna kiša u svim našim krajevima. Pojava se zbiva obično u prvom dijelu godine (veljača do svibnja), kad su i sredozemne ciklone najčešće.

4. ANTICIKLONALNA STANJA

Anticiklonalna su stanja u našim krajevima najizrazitija i najdulje se održavaju ljeti i zimi. Anticiklone, koje ljeti, često i dulji niz dana vladaju našim krajevima, su odvojci anticiklona subtropskog pojasa visokog tlaka, koji zahvaćaju južnu i srednju Evropu. Gibanje zraka na prednjem rubu ovih anticiklona daje struju zraka, koja iz sjeverozapada prolazi našim krajevima i Balkanskim poluotokom. Ova se struja zove etezijska po etezijama, redovitim vjetrovima iz sjevernog kvadranta. Po svom anticiklonalnom (kvazipasatnom) značaju etezijska struja donosi vedrinu i suhoću kasnijeg ljeta (srpnja i kolovoza).

Zimi se naši krajevi nalaze pod utjecajem onih anticiklona, koje se stvaraju u kontinentalnoj sjeveroistočnoj i u srednjoj Evropi. Iz područja ovih anticiklona struji u naše krajeve polarni zrak dajući hladne vjetrove sjevernog i sjeveroistočnog smjera. Veliki poluotoci južne Evrope između pokrajnih se mora vladaju kao mali kontinenti, pa se tako i na Balkanskom poluotoku zimskim ohlađivanjem zraka, potpomognutim advekcijom hladnog zraka stvaraju anticiklone. Jedan je od učinaka zimskih anticiklona našega zaleđa taj, da oborinsko razdoblje hladnog dijela godine ranije jenja ili se cijepa u jesensko i proljetno razdoblje, tako da u sredini zime krivulja i oborine i naoblake bude niža. Taj se učinak zapaža jače u sjevernijim našim krajevima.

Pri vedrini, koju donose zimske anticiklone, pada temperatura uslijed jačeg izžarivanja tla, pa nastaju najniže zimske temperature, koje dostignu ekstremne vrijednosti, ako je tlo pokriveno trajnim slojem snijega. U nizinama redovna je pojava pri zimskim anticiklonama magla, koja se zna održati i više dana.

III. TLAK ZRAKA

Ante Obuljen

Promjene vremena u toku godine zavisne su o promjenama rasporeda tlaka zraka. S tim se promjenama mijenja raspored strujanja zraka, kao i razdioba vjetra po smjeru i po jačini, a s tim u vezi više ili manje sve ostale osobine vremena. Zato su podatci o tlaku zraka od velikog značenja.

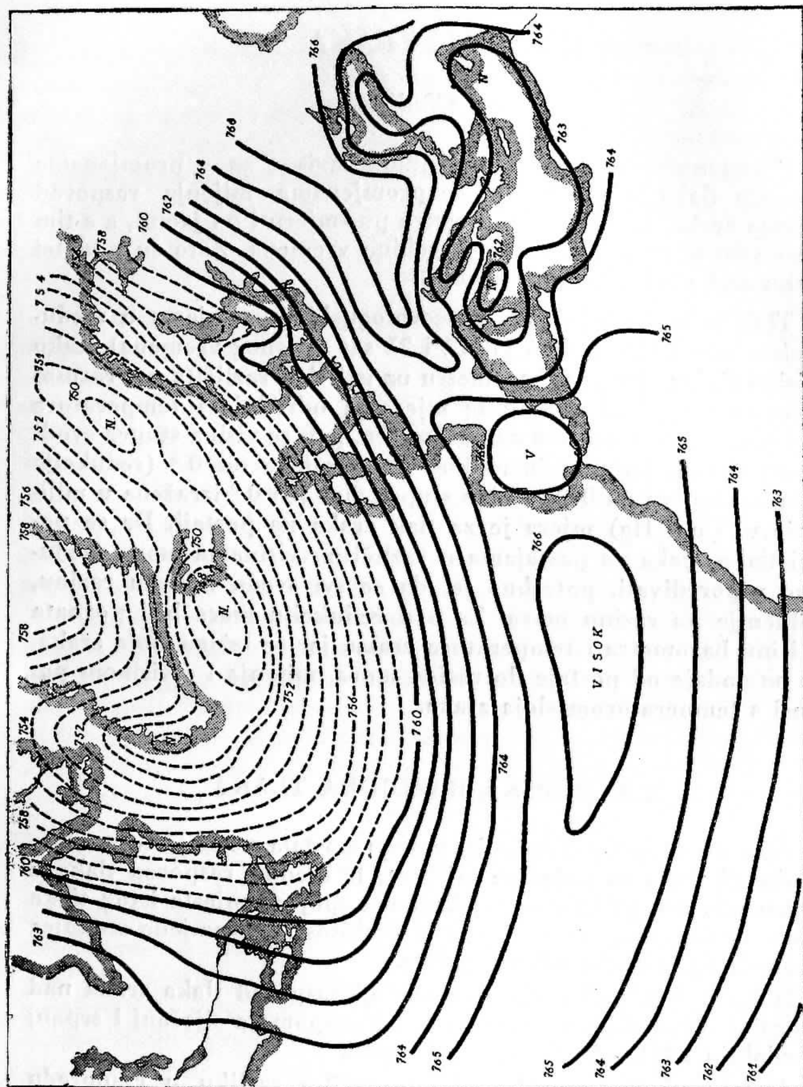
Tlak se zraka mjeri na meteorologijskim postajama u međunarodno određenim satima (7, 14 i 21 sat mjesnog vremena) Kako je visina živina stupca u barometru uz isti tlak različita pri raznim temperaturama, kod svakog se mjerenja određuje i temperatura žive s pomoću termometra na barometru, pak se visina stupca svodi na onu visinu, koju bi imao kod temperature od 0 ^{0} (redukcija stanja barometra na 0 ^{0}). Visina stupca žive pri 0 ^{0} izražena u milimetrima (mm Hg) mjera je za tlak zraka na postaji. Da se podatci tlaka zraka na postajama u različitim visinama mogu međusobno uspoređivati, potrebno je, da se svi svedu na istu razinu, najobičnije na razinu mora. Za ovu redukciju mora biti poznata uz visinu barometra i temperatura zraka, jer se težina sloja zraka, koja se dodaje od postaje do razine mora, mijenja i s visinom postaje i s temperaturom sloja zraka.

1. EVROPSKA RAZDIOBA TLAKA

Ako na većem području za mnogo postaja poznajemo srednje vrijednosti tlaka za pojedine mjesece, te srednji raspored tlaka u svakom mjesecu prikažemo na kartama spojivši mjesta istog tlaka crtama, izobarama, možemo pratiti osobitosti i promjene srednjeg rasporeda tlaka zraka tokom godine.

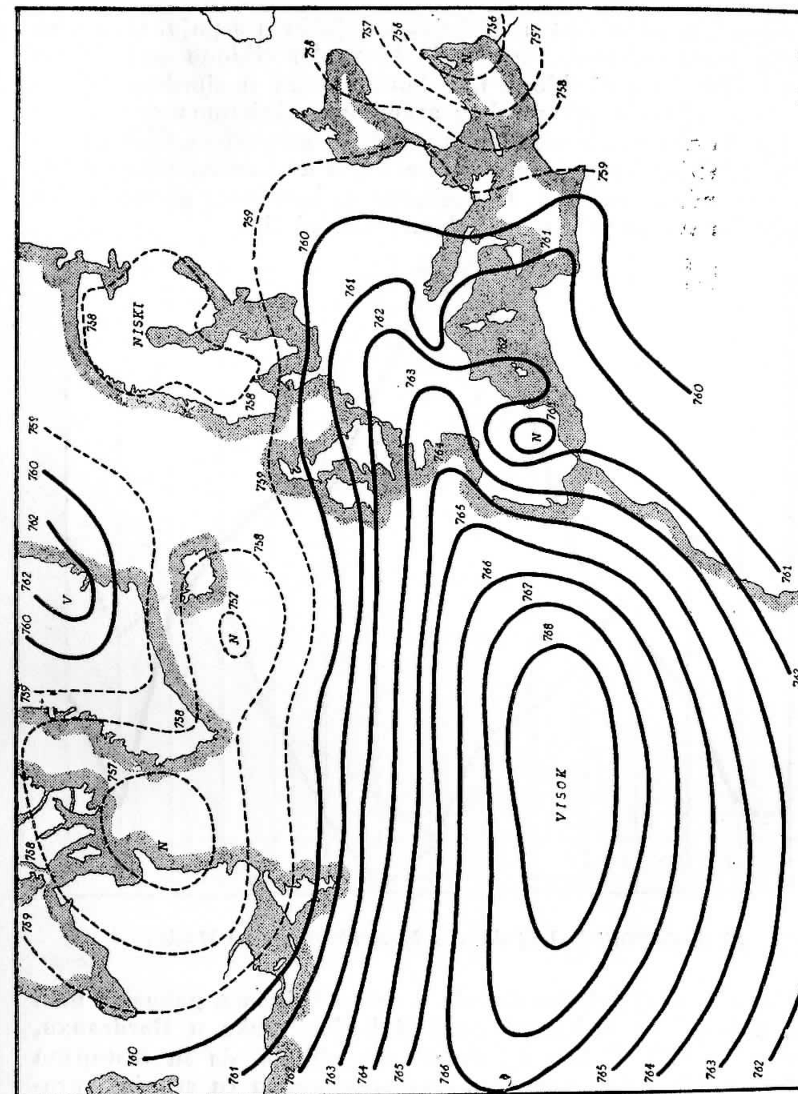
Slika 4. i 5. prikazuje nam srednji raspored tlaka zraka nad sjevernim Atlantskim oceanom i nad Evropom za siječanj i srpanj u razdoblju 1881.—1905. po A. Defantu.

Uspoređujući ove slike vidimo veliku razliku u rasporedu tlaka zraka zimi i ljeti. U siječnju nalazimo nad oceanom područje niskog tlaka: duboka i prostrana islandska ciklona s jezgrom najnižeg tlaka jugozapadno od Islanda (748 mm) pokriva cijeli sjeverni dio Atlantika zahvaćajući sjevernu i sjeverozapadnu Evropu. Nad kontinentom leži područje visokog tlaka: istočnu i srednju Evropu pokriva zapadni dio velike sibirske anticiklone. U jugozapadni dio Evrope probija se istočni kraj azorske anticiklone, a nad Sredozemnim morem je plitka, ali prostrana depresija. U srpnju je posve nestala sibirska anticiklona, a nad ugrijanim kop-



Sl. 4. Srednji raspored tlaka zraka za siječanj

nom stvorilo se područje niskog tlaka sa dubokom jezgrom u Siriji. Također je skoro sasvim nestalo i islandske ciklone, dok se azorska anticiklona s relativno hladnijeg oceana jako proširila prema sjeveru i istoku, te zahvaća cijelu zapadnu i srednju Evropu prodirući daleko na jugoistok.

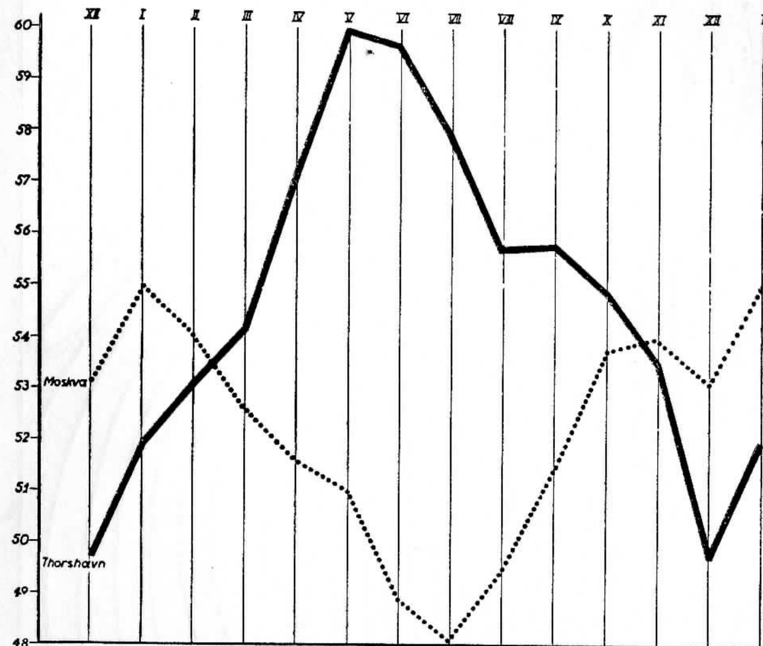


Sl. 5. Srednji raspored tlaka zraka za srpanj

2. OSNOVNI TIPOVI GODIŠNJEG HODA TLAKA

Kao primjer najoprečnijih tipova hodova tlaka zraka pokazuje nam sl. 6. godišnje hodove na postajama Thorshavn na Faeroërskom otočju i Moskva. Vidimo, da su hodovi jednostavni, ali potpuno suprotni. Najnižu srednju mjesečnu vrijednost tlaka zraka ima Thorshavn u prosincu, a najvišu u svibnju, dok Moskva ima naj-

višu mjesečnu vrijednost u siječnju, a najnižu u srpnju. Ove nam krivulje jasno pokazuju razvijanje islandske ciklone nad Atlantikom i sibirske anticiklone nad kontinentom u zimskim mjesecima, te prodiranje subtropskog azorskog maksimuma prema sjeveru i pad tlaka nad kontinentom u ljetnim mjesecima. Čisti oceanski tip godišnjeg hoda tlaka zraka nalazimo u sjevernom Atlantiku, između Islanda i Engleske, a prijelazom na kontinent prema istoku i jugoistoku sve se jače očituje kontinentalni tip.

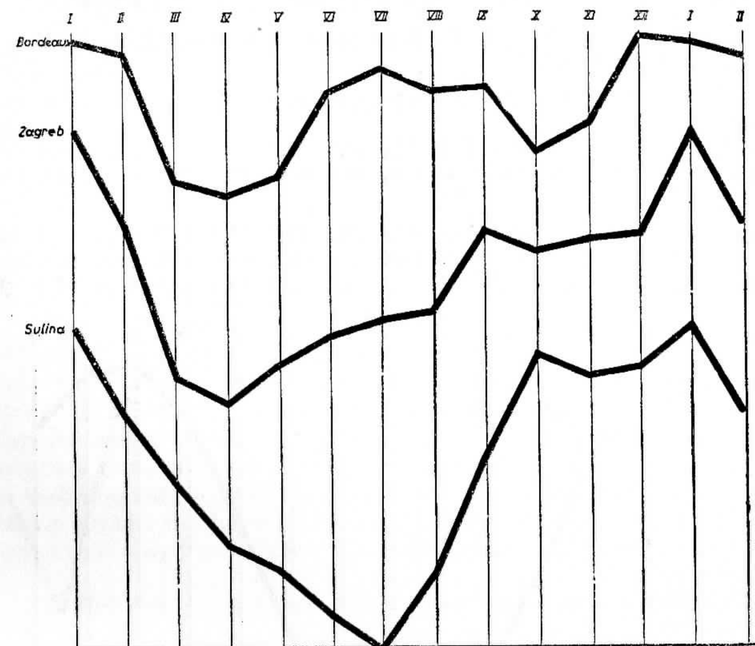


Sl. 6. Godišnji hodovi tlaka zraka u Thorshavnu i Moskvi

Kako se ovaj prijelaz događa u našim širinama, pokazuje nam sl. 7., u kojoj su prikazani godišnji hodovi tlaka u Bordeauxu, Zagrebu i Sulini. U krivulji Bordeauxa vidimo, da su zastupana oba tipa podjednako; nalazimo dva maksimuma (u srpnju i prosincu) i dva minimuma (u travnju i listopadu). Sulina pokazuje čisti kontinentalni tip, a u zagrebačkoj krivulji ističe se u hladnom dijelu godine kontinentalni tip, dok u toplom dijelu godine dolazi do izražaja i oceanski tip; pad se naime tlaka u travnju prekida, te je kroz cijelo ljeto tlak zraka u laganom porastu.

3. GODIŠNJI HOD TLAKA ZRAKA U ZAGREBU

Na cijelom je području Hrvatske godišnji hod tlaka zraka vrlo jednolik, može se kazati, potpuno jednak. Zato je dovoljno, da se opširnije prikažu najbitnije karakteristike godišnjeg hoda na temelju 80-godišnjeg niza motrenja u Zagrebu (1862.—1941.). Srednja godišnja vrijednost tlaka zraka u Zagrebu iznosi 748,0 mm (tabl. 1.).



Sl. 7. Godišnji hodovi tlaka zraka u Bordeauxu, Zagrebu i Sulini

TABLICA 1. — Mjesečne i godišnja srednja vrijednost tlaka zraka u Zagrebu (nadmorska visina barometra 162,5 m); razdoblje 1862.—1941. (mm Hg).

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
700+												
50,6	49,2	46,6	45,6	46,6	47,1	47,2	47.5	48,9	48,6	49,0	49,1	48,0

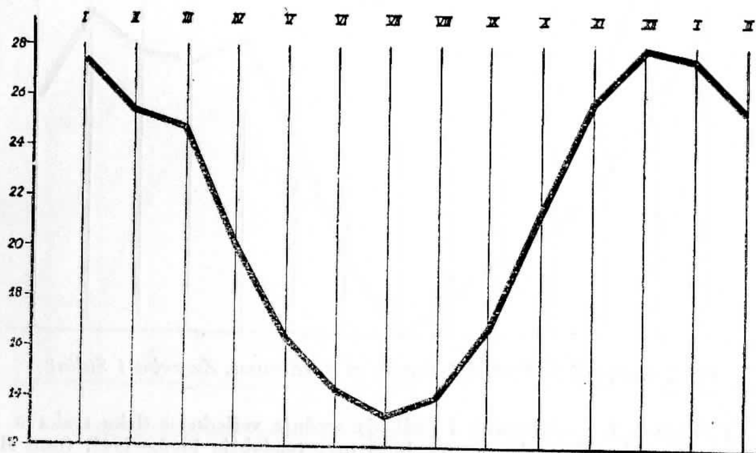
Najveću srednju vrijednost imamo u siječnju (750,6 mm), a najmanju u travnju (745,6 mm). Tako godišnja amplituda iznosi 5,0 mm.

Godišnji je hod nesimetričan; nakon naglijeg porasta od prosinca do maksimuma u siječnju tlak zraka vrlo naglo pada do svog minimuma u travnju, a zatim se do prosinca polagano i jednoliko penje. Jedino poremećenje imamo u rujnu, gdje nalazimo neznatan, ali izrazit sporedni maksimum.

Mjesečni srednjaci tlaka u pojedinim godinama pokazuju velika kolebanja, kako se vidi iz tabl. 2. Najveća kolebanja pokazuju zimski mjeseci siječanj i veljača (oko 20 mm), dok su u ljetnim mjesecima srednje vrijednosti mnogo stalnije, tako da u srpnju i kolovozu iznosi razlika vrijednosti samo 5 mm. Razlika godišnje najveće i najmanje srednje vrijednosti tlaka iznosi samo 3,2 mm. Od svih mjeseci imao je najveću srednju vrijednost tlaka zraka siječanj 1882. : 760,2 mm, a najmanju ožujak 1869. : 737,6 mm.

TABLICA 2. — Najmanje i najveće srednje mjesečne vrijednosti, Zagreb (162,5 m); 1862.—1941.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Najveći	700+												
srednjak	60,2	59,4	53,6	51,6	49,5	50,5	50,5	49,8	53,9	54,0	56,5	56,3	49,7
God.	1882.	1891.	1929.	1865.	1888. 1920.	1887.	1911.	1926.	1865.	1908.	1897.	1932.	1920.
Najmanji srednjak	39,8	39,7	37,6	39,9	43,1	43,7	45,1	43,9	41,3	43,9	43,1	42,0	46,5
God.	1915.	1879.	1869.	1879.	1907.	1933.	1930.	1870.	1884.	1865.	1910.	1874.	1915.
Razlika	20,4	19,7	16,0	11,7	6,4	6,8	5,0	4,8	12,6	10,1	11,6	14,3	3,2



Sl. 8. Godišnji hod srednjih mjesečnih amplituda tlaka zraka u Zagrebu

TABLICA 3. — Čestina pojavljivanja maksimuma i minimuna u godišnjem hodu, Zagreb, 1862.—1941.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Maksimum	32	15	1	—	—	—	—	—	10	4	9	9
Minimum	2	7	21	23	9	2	2	2	2	—	5	5

Koliko ova velika kolebanja mijenjaju karakteristike normalnog godišnjeg hoda, pokazuje nam tabl. 3. Za najveću srednju mjesečnu vrijednost može se kazati, da je najčešće zabilježena u zimskim mjesecima (prosinac, siječanj i veljača 70%), mnogo rjeđe u jeseni (30%), dok u proljeću i ljeti nije nikad zabilježena. Najmanja srednja mjesečna vrijednost u toku godine dolazi najčešće u proljeću (66%), rijetko je nalazimo zimi (18%), a iznimno je zabilježena u ljetnim i jesenskim mjesecima. Prema tome vidimo, da se hodovi od godine do godine razlikuju, ali uza sva velika kolebanja mjesečnih srednjih vrijednosti razlike ostaju u granicama, koje samo malo mijenjaju bitne osobine godišnjeg hoda.

Godišnji je hod srednjih mjesečnih amplituda tlaka zraka (tabl. 4., sl. 8.) pravilan i jednostavan; najveće amplitude nalazimo od studenog do ožujka s maksimumom u prosincu (28 mm), od ožujka naglo i pravilno amplituda pada do minimuma u srpnju (13 mm), a zatim se pravilno i brzo penje do maksimuma u prosincu.

TABLICA 4. — Srednje mjesečne amplitude tlaka zraka, Zagreb, 1862.—1941.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
27,4	25,3	24,7	20,1	16,4	14,3	13,3	14,0	16,7	21,5	25,8	27,9

Razlike između najviših i najnižih tlakova zraka uopće zabilježenih u pojedinim mjesecima naravno da iznose mnogo više. Tako su razlike između apsolutnih mjesečnih ekstrema tlaka zraka (tabl. 5.) otprilike dvaput veće od srednjih mjesečnih amplituda. Najveća razlika iznosi u siječnju skoro 54 mm, te se do srpnja i kolovoza pravilno smanjuje (do 24 mm), zatim dosta pravilno raste do maksimuma. Najviši tlak zraka bio je 24. siječnja 1907. : 774,6 mm, a najniži u siječnju 1910. : 721,1. Prema tome razlika između uopće najvećeg i najnižeg tlaka zraka iznosi 53,5 mm.

TABLICA 5. — Apsolutni ekstremi tlaka zraka, Zagreb 1862.—1941.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	700+											
Maksimum	74,6	69,1	66,0	61,7	60,4	57,4	57,6	57,2	61,6	63,0	67,4	67,1
God.	1907.	1882.	1880.	1906.	1914.	1931.	1920.	1865.	1895.	1886.	1908.	1862.
Minimum	21,1	21,3	21,2	26,7	28,2	33,0	33,3	32,9	28,6	27,1	22,6	24,9
God.	1910.	1912.	1917.	1930.	1928.	1933.	1930.	1919.	1922,	1870.	1905.	1935
Razlika	53,5	47,8	44,8	35,0	32,2	24,4	24,3	24,3	33,0	35,9	44,8	42,2

4. GODIŠNJI HOD TLAKA ZRAKA U HRVATSKOJ

Potpuno jednake osobitosti godišnjeg hoda srednjih mjesečnih vrijednosti tlaka zraka, srednjih i apsolutnih amplituda pokazuju se na cijelom području Hrvatske. U tabl. 6. uspoređeni su godišnji hodovi šest odabranih postaja. Kako se razabire, hodovi su potpuno jednaki, a jedina je razlika u tome, što je godišnja amplituda u južnim krajevima manja; u Zagrebu 8,0 mm, u Hvaru 5,3 mm.

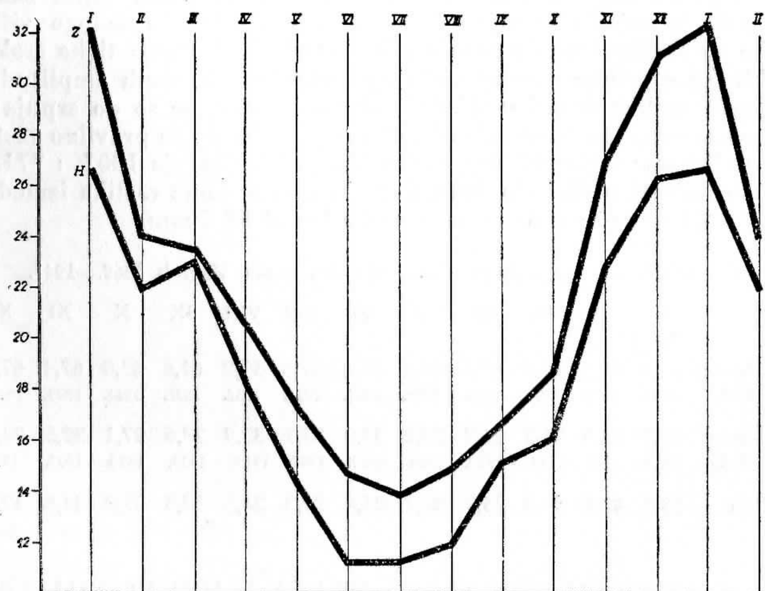
Također se od sjevera prema jugu smanjuje i srednja mjesečna amplituda tlaka zraka, kako pokazuje tablica 7., odnosno slika 9.

TABLICA 6. — Srednje mjesečne i godišnja vrijednost tlaka zraka na postajama Zagreb, Osijek, Crkvenica, Sarajevo, Mostar, Hvar. Svedeno na razinu mora; razdoblje 1901.—1910.

700+	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Zagreb	68,3	63,3	61,7	60,3	61,3	60,8	61,2	62,1	63,9	63,8	63,8	63,4	62,8
Osijek	67,6	62,9	61,4	59,7	60,9	60,2	60,5	61,6	63,6	63,5	63,6	63,1	62,3
Crikvenica	65,9	61,3	60,9	59,7	60,9	60,5	60,8	61,2	62,7	62,4	62,1	61,2	61,6
Sarajevo	68,8	63,6	62,4	60,9	62,1	61,8	61,9	62,8	64,9	64,8	64,7	64,1	63,5
Mostar	65,0	61,1	60,7	59,5	60,5	60,2	60,2	60,7	62,4	62,5	62,1	61,6	61,4
Hvar	64,7	60,6	60,4	59,4	60,5	60,2	60,3	60,8	62,1	62,0	61,6	61,0	61,1

TABLICA 7. — Srednje mjesečne amplitude tlaka zraka u Zagrebu i Hvaru; 1901.—1910.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Zagreb	32,2	24,0	23,4	20,5	17,2	14,6	13,8	14,8	16,6	18,6	27,0	30,9
Hvar	26,7	21,9	23,0	18,2	14,3	11,1	11,1	11,8	15,1	16,1	22,9	26,4



Sl. 9. Godišnji hod srednje mjesečne amplitude tlaka zraka u Zagrebu (Z) i Hvaru (H)

Godišnji hod tlaka zraka i hod srednjih mjesečnih amplituda tlaka, kakav nalazimo na području Hrvatske, prouzrokovan je razvijanjem i pomicanjem velikih akcionih centara, koji vladaju vremenom u Evropi. Baš na našem području ne prevladava izrazito

utjecaj nijednog pojedinog, već skoro svi imaju jednako jaki utjecaj na naše vrijeme, islandska ciklona, sibirska i azorska anticiklona te sredozemne ciklone.

Ali u godišnjem hodu tlaka zraka možemo jasno razlikovati dva razdoblja: topli dio godine od svibnja do uključivo kolovoza, kad je tlak zraka miran s malim kolebanjima i kad naše područje zahvaća azorska anticiklona, te hladno razdoblje od rujna do travnja, kada jaka kolebanja tlaka zraka uzrokuje sad utjecaj islandske ciklone, sad prodor sibirske anticiklone, te prolaz malih, ali brzih i katkad jakih depresija u Sredozemnom i Jadranskom moru.

IV. VJETAR

Ante Obuljen

Na meteorologijskim postajama određuje se dnevno u 7, 14 i 21 sat smjer i jačina vjetra. Smjer vjetra određuje se po vjetrulji, označujući stranu svijeta odakle vjetar puše, jačina se vjetra ocjenjuje po Beaufortovoj ljestvici ili se mjeri brzina vjetra s pomoću anemometara. Međunarodna Beaufortova ljestvica ima stupnjeve 0 do 12, gdje 0 znači tišinu, a 12 orkan. Na temelju dnevnih motrenja određuje se za svaki mjesec čestina za 8 glavnih smjerova i posebno za tišine u postotcima sveukupnog broja motrenja u mjesecu. Iz dugogodišnjeg niza motrenja izračunavaju se ruže smjerova vjetra, koje nam daju prosječnu razdiobu smjerova vjetra po mjesecima, godišnjim dobama ili za cijelu godinu. Podatci o jačini odnosno o brzini vjetra daju se obično sa srednjim mjesečnim vrijednostima jačine ili brzine, a posebno se još daje broj dana, u kojima je jačina vjetra dosegla ili prešla stupanj 6 (jak vjetar), i broj dana, kad je jačina dosegla ili prešla stupanj 8 (olujni vjetar) Beaufortove ljestvice.

Postaja s dobrim i pouzdanim mjerenjima vjetra ima malo u svim meteorologijskim mrežama, a vrlo malo na području Hrvatske. Točnije poznavanje strujanja na nekom većem području iziskuje ne samo motrenje i mjerenje vjetra pri tlu, nego i sustavno mjerenje smjera i jačine vjetra u visinama, a na žalost takvih mjerenja na području Hrvatske bilo je vrlo malo ili su vrlo sumnjive vrijednosti. Zato se o strujanju zraka na našem području može govoriti samo u najkrupnijim crtama.

Strujanje zraka izazvano je razlikama u zagrijavanju raznih predjela na površini Zemlje. Da je zemaljska površina jednolična i da se Zemlja ne vrti oko svoje osi, sustav bi strujanja bio jednostavan. Nad ugrijanim pojasom oko ekvatora dizao bi se topli

zrak i u visinama strujao bi prema polu, a iz hladnih polarnih predjela pri zemlji zrak bi strujao prema ekvatoru.

Međutim radi skretanja strujanja zraka uslijed rotacije Zemlje stvara se na obim stranama ekvatora, u širinama između 25⁰ i 40⁰, subtropsko područje visokog tlaka, tako da je cirkulacija pol — ekvator nemoguća, te na obim stranama ekvatora imamo strujanje zraka iz subtropskog područja visokog tlaka prema području niskog tlaka oko ekvatora. Strujanje uslijed rotacije Zemlje skreće na desno, pak na sjevernoj polutci imamo tu pri zemlji umjerene i vrlo stalne vjetrove sa sjeveroistoka, pasate, a u visinama antipasate. Od subtropskog područja visokog tlaka pada tlak zraka do oko 60. stupnja na obim polutkama, a dalje prema polu raste, ali ovakva razdioba, koju nam daju prosječne vrijednosti, u zbilji je vrlo promjenljiva. U umjerenom pojasu, između subtropskog područja visokog tlaka i područja visokog tlaka u polarnim krajevima, neprekidno, putujući od zapada prema istoku kreću se ciklone, putem kojih se zapravo vrši izmjena polarnog i ekvatorijalnog zraka. Na prednjoj strani ciklona dolazi topao zrak iz subtropskih krajeva daleko na sjever, na stražnjoj strani prodire hladan polarni zrak duboko prema ekvatoru. Prema tome je odlika umjerenog pojasa vrlo velika promjenljivost u smjeru i u jačini vjetra. Ako se pak zadovoljimo sa prosječnim smjerom strujanja, nalazimo u umjerenom pojasu prevladavanje vjetra zapadnog smjera.

Treba istaknuti još utjecaj nejednakog zagrijavanja kopna i mora, koje je naročito jako u toplom, ali znatno i u umjerenom pojasu. Zagrijavanje i ohlađivanje oceana i kontinenta mijenja uvelike sliku velike cirkulacije atmosfere, stvarajući monsunsko strujanje: ljeti struji zrak pri zemlji s hladnijeg oceana prema ugrijanom kontinentu, a zimi sa hladnog kopna k toplijem moru.

1. SUSTAV STRUJANJA I GLAVNI VJETROVI HRVATSKE

Ako promotrimo razlike u rasporedu tlaka zraka u Evropi ljeti i zimi, zaključit ćemo, da je i strujanje zraka preko našeg područja u hladnom i toplom dijelu godine potpuno različito.

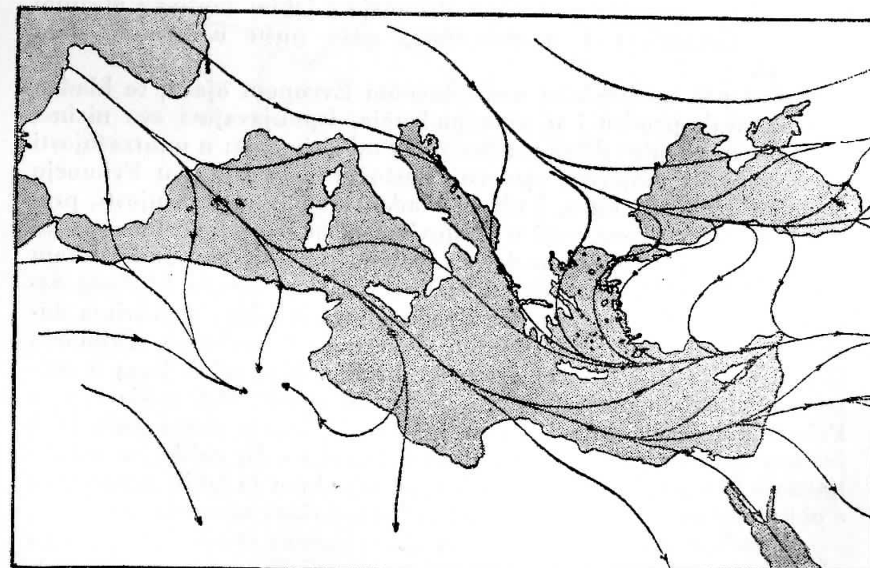
Slike 10. i 11. prikazuju nam srednji raspored strujanja na području Sredozemnog mora u siječnju i srpnju po L. Weickmannu; ovaj je raspored strujanja dobiven iz srednjeg rasporeda tlaka zraka za razdoblje 1878. — 1913.

Zimi iz područja visokog tlaka nad istočnom Evropom struji zrak preko naših krajeva prema Jadranskom i Sredozemnom moru, gdje je tlak znatno niži, a ljeti preko naših krajeva imamo strujanje, koje sa Atlantika iz azorske anticiklone ide prema dubokoj cikloni u Siriji.

Naravno, slika je strujanja vrlo promjenljiva; raspored se tlaka zraka, naročito u hladnom dijelu godine, od dana na dan, pa i



Sl. 10. Srednji raspored strujanja zraka na području Sredozemnog mora u siječnju



Sl. 11. Srednji raspored strujanja zraka na području Sredozemnog mora u srpnju

tokom jednoga dana mijenja. Sibirska se anticiklona sad jače, sad slabije osjeća nad Evropom, kuda u hladnom dijelu godine prolaze jače ili slabije ciklone, koje se naročito jako razviju u zapadnom dijelu Sredozemnoga i u Jadranskom moru, putujući uglavnom prema istoku i jugoistoku.

Kroz ljeto je prodiranje azorske anticiklone u zapadnu i srednju Evropu mnogo pravilnije i stabilnije, a nad Sredozemnim morem prestaje skoro posve djelatnost ciklona. Prema tome će u hladnom dijelu godine strujanje zraka pokazivati mnogo veću nestalnost i veće promjene, nego u toplom dijelu. Kroz hladni dio godine izmjenjuju se južni topli vjetrovi na prednjoj strani ciklona i sjeverni vjetrovi, koji nakon prolaza ciklone, na njezinoj stražnjoj strani, donose hladan zrak sa sjevera. Ova promjena strujanja zraka tokom hladnog dijela godine vrlo je zamršena, jer treba uočiti i veliku raznolikost u obličju tla Hrvatske, te istaknuti, da Dinarski splet predstavlja za strujanje zraka veliku zapreku.

Naše se Primorje nalazi tokom hladnog dijela godine većinom na prednjoj strani ciklone, koja je sad jače sad slabije razvijena u zapadnom dijelu Sredozemnoga i u Jadranskom moru. Zrak, koji iz subtropskog područja visokog tlaka nad sjevernom Afrikom struji prema sredozemnoj cikloni, kanaliziran je u Jadranskom moru, između Apenina i Dinarida, a strujanje je uslijed djelovanja rotacije Zemlje stisnuto uz našu obalu, te izaziva na našem Primorju poznat jak južni vjetar *jugo* (južinu, široko). Dinarska barijera dijeli tada dva područja: Primorje s jakim toplim i vlažnim južnim vjetrovima i unutrašnjost, gdje pušu uglavnom slabi vjetrovi.

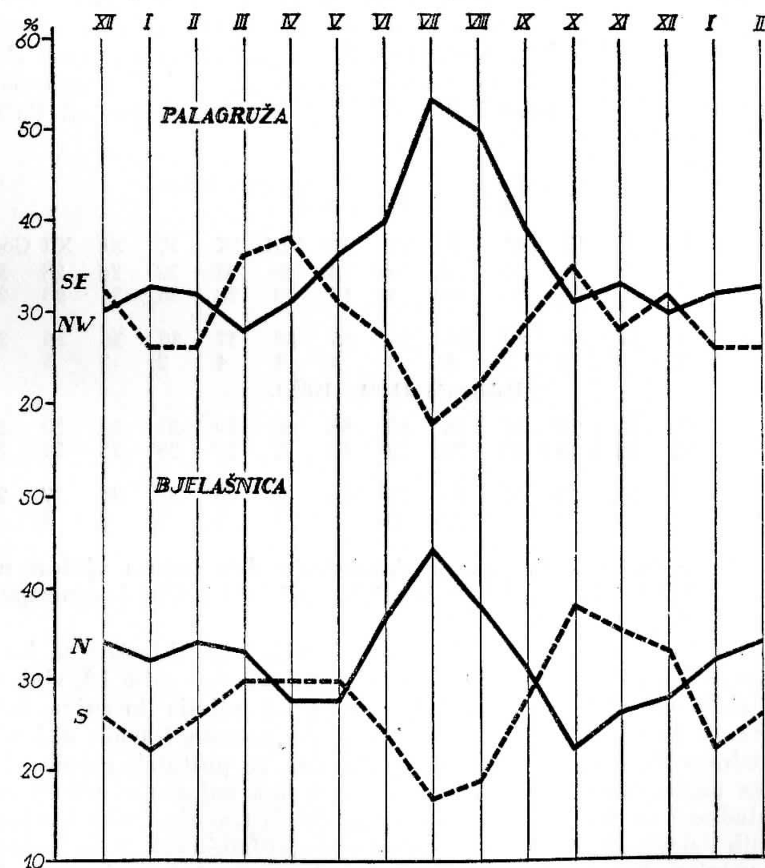
Kad pak anticiklona nad istočnom Evropom ojača, te hladan i težak zrak prodre i u naše područje, ispunjavajući sve nizine, opet Dinarski splet dijeli unutrašnjost od Primorja: u unutrašnjosti pušu slabi ili umjereni sjeverni i istočni vjetrovi, a u Primorju može se očekivati *bura*, kada se hladan zrak iz unutrašnjosti, prelazeći Dinarske gore, ruši u mahovima prema toplijem moru. Ako uz prodiranje hladnog zraka sa sjevera imamo na Jadranskom moru i jaku ciklonu, tada su razlike u tlaku između hladnog zaleđa i toplijeg Primorja mnogo veće i bura u jakim mahovima dostiže na istaknutim mjestima u sjevernom i srednjem Primorju (Senj, Vrulja kod Omiša) orkanske brzine. Kod jakih bura u najjačim mahovima prelazi brzina vjetra 50 m/sek. Dok u sjevernom Primorju bijesni oluja bure, u južnom Primorju često puše jaka južina; tada su razlike u temperaturi zraka vrlo velike, a sukobljavanje hladnih i toplih zračnih masa uzrokom je jakih nevremena s obilnim oborinama uz grmljavine i u zimskim mjesecima.

Prodiranje hladnog zraka sa sjeveroistoka znade i u unutrašnjosti prouzrokovati veće brzine sjeveroistočnih i istočnih vjetrova. U najistočnijem dijelu Hrvatske kod jačeg prodora hladnog zraka uzrokuje djelovanje reljefa tla olujan vjetar, košavu. Od vjetrova

u unutrašnjosti jedino se košava može mjeriti u jačini sa primorskom burom i južinom.

U toplom dijelu godine strujanje je zraka mnogo slabije, ali mnogo stalnije. Preko cijele Hrvatske struji stalna struja sa sjeverozapada, koja dolazeći sa hladnijeg Atlantika preko Zapadne i Srednje Evrope zakreće nad našim područjem na jugoistok. Ovo ljetno stalno strujanje, dobro poznato već starim Grcima kao *οἱ ἐτησίαι ἄνεμοι* karakteristično je za područje Sredozemnog mora, naročito za istočni njegov dio, te se često ovo klimatsko područje naziva i područjem etezija.

Ovo strujanje nalazimo pravilno i stalno samo u većim visinama, gdje tlo više ne utječe toliko na strujanje, a pri zemlji imamo u toplom dijelu godine mnogobrojne i zamršene malene sustave vjetrova, koji su izazvani dnevnim zagrijavanjem i noćnim ohlađi-



Sl. 12. Godišnji hod čestine smjerova vjetra na Palagruži i Bjelašnici

vanjem nejednolike površine. Ovi sustavi slabih vjetrova pri tlu tokom cijelog toplog dijela godine prekrivaju stalnu struju sa sjeverozapada; naročito je uz obalu etezijska struja posve prekrivena vrlo pravilnom dnevnom izmjenom vjetra s mora i s kraja.

Početak etezija imamo već u proljeću, čim započne jače zagrijavanje kontinenta. U početku su prodori zraka sa Atlantika još prekidani provalama hladnog zraka sa sjevera; u lipnju je prodor oceanskog zraka konačan i strujanje traje otprilike sve do sredine rujna, kad počinje izjednačivanje razlika u temperaturi, te kad se uz postepeno ohlađivanje kontinenta stvara vrlo mirno zimska razdioba i zimska slika strujanja.

2. RAZDIOBA SMJEROVA VJETRA

Izmjena zimskog i ljetnog strujanja lijepo se i vrlo jasno ističe u razdiobi čestina smjerova vjetra na postajama, gdje je utjecaj tla malen: na visinskim postajama ili na postajama na moru daleko od obale. Zato ćemo najprije pregledati statistiku smjerova vjetra na visinskoj postaji Bjelašnici (2067 m) i na postaji Palagruži u sredini Jadranskog mora.

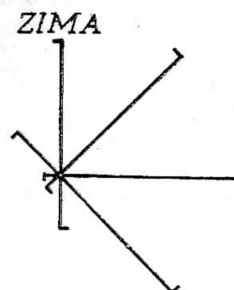
TABLICA 8. — Razdioba smjerova vjetra u postotcima.
Bjelašnica (1895.—1913.).

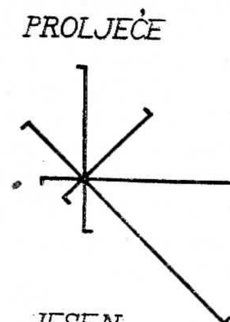
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
N	32	34	33	28	28	37	44	38	31	22	26	28	32
S	22	26	30	30	30	24	17	19	28	38	35	33	28
ostali smjerovi	44	37	35	40	38	36	36	38	37	38	36	36	37
tišina	2	3	2	2	4	3	3	5	4	2	3	3	3
Palagruža (1894.—1908.).													
NW	33	32	28	31	36	40	53	50	39	31	33	30	37
SE	26	26	36	38	31	27	18	22	29	35	28	31	29
ostali smjerovi	38	39	33	26	26	25	24	20	25	39	35	37	29
tišina	3	3	3	5	7	8	5	8	7	5	4	2	5

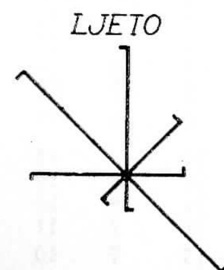
Na svakoj od tih postaja dominiraju dva smjera vjetra: na Bjelašnici N i S (sjever i jug), na Palagruži NW i SE (sjeverozapad i jugoistok).

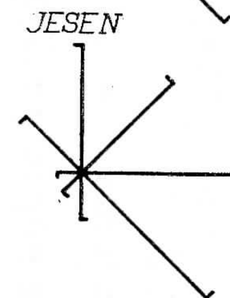
Čestina ovih smjerova ima vrlo izrazit i karakterističan hod, potpuno jednak na obim postajama. Iz tablice 8. i slike 12. vidimo odmah jasno istaknuto razdoblje etezija, od svibnja do rujna, kad postotak čestine sjevernih vjetrova naglo poraste i svoju najveću vrijednost dostigne u mjesecu srpnju, dok se postotak južnih vjetrova naglo smanji, te u istom mjesecu ima najmanju vrijednost. U hladnom se dijelu godine, od listopada do travnja, ističe izmjena južnih i sjevernih vjetrova; sjeverni vjetrovi imaju tek malo izražen sporedni maksimum u zimskim mjesecima, a južni imaju najveću čestinu u proljeće i jeseni.

HVAR

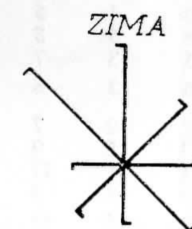


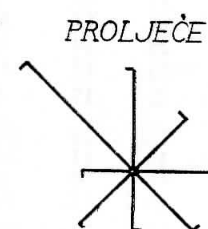


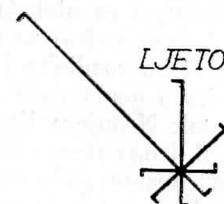


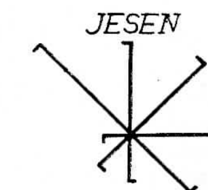


OSIJEK









Sl. 13. Ruže vjetrova za Hvar i Osijek

Ovakvu pravilnost u rasporedu strujanja ne možemo naći na drugim postajama, jer su pri zemlji smjer i brzina vjetra vrlo ometani: kroz topli dio godine lokalnim sustavima vjetra s brijega i dola ili s mora i kopna, a zimi je strujanje naročito ovisno o reljefu tla; hladan i težak zrak struji prilagođujući se potpuno obliku tla, tako da razdioba smjerova vjetra na pojedinim postajama daje sliku strujanja, koja vrijedi samo za neposrednu okolicu postaje.

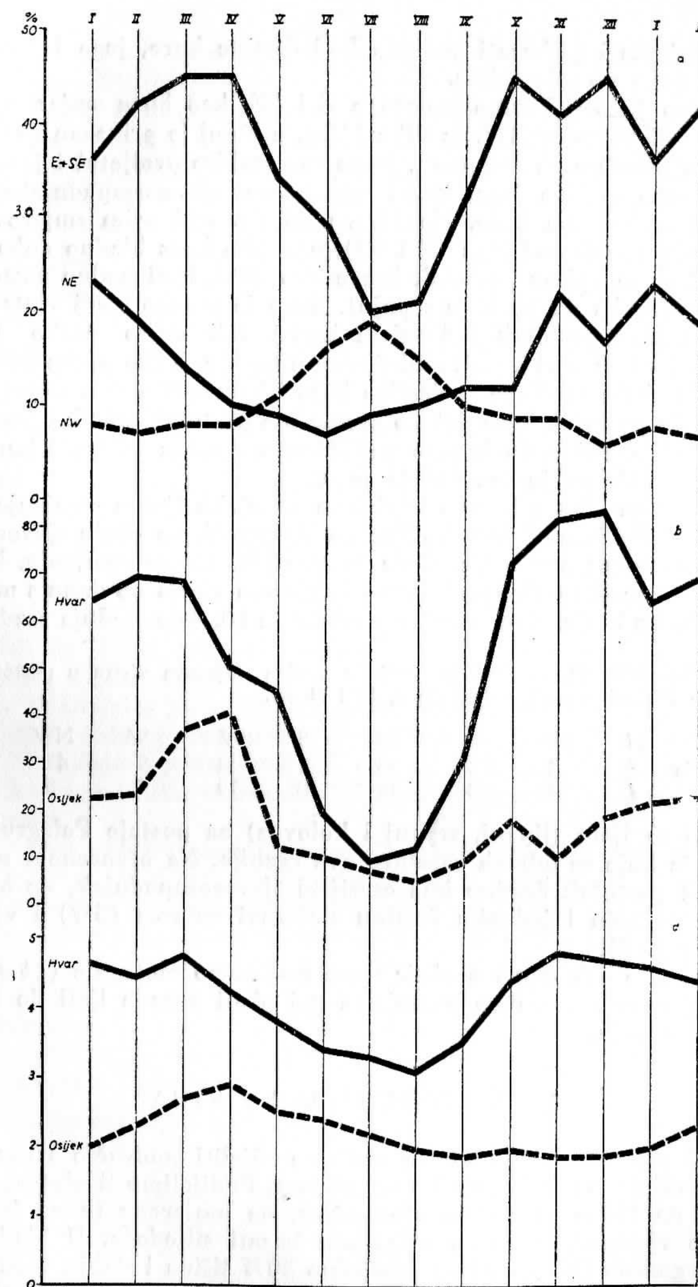
Pregleda radi daje se u tablici 9. srednja razdioba čestina smjerova vjetra za postaje Osijek, Banju Luku, Mostar i Hvar, za pojedino godišnje doba i za godinu. Srednje čestine pojedinih smjerova za Hvar i Osijek prikazane su na sl. 13. u ružama vjetrova.

TABLICA 9. — Razdioba smjerova vjetra u postotcima (1901.—1910.) (7, 14 i 21 sat).

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	tišina
Osijek	Zima	14	10	8	11	7	8	6	16	20
	Proljeće	12	9	10	10	7	9	6	18	19
	Ljeto	11	7	4	4	4	5	5	26	34
	Jesen	11	12	10	10	5	5	3	15	29
	Godina	12	10	8	9	6	7	5	19	24
Banja Luka	Zima	23	11	6	6	6	15	6	11	16
	Proljeće	22	14	6	6	3	18	6	10	15
	Ljeto	15	14	9	7	1	15	9	10	20
	Jesen	23	11	5	6	3	11	7	11	23
	Godina	21	13	6	6	3	15	7	10	19
Mostar	Zima	39	17	3	3	8	3	2	8	17
	Proljeće	27	14	3	5	15	8	4	5	19
	Ljeto	25	18	3	6	13	8	5	3	19
	Jesen	33	12	1	4	10	5	3	7	25
	Godina	31	15	2	4	12	6	3	6	20
Hvar	Zima	16	20	21	19	6	2	2	7	7
	Proljeće	13	11	18	24	6	3	5	9	11
	Ljeto	15	9	7	16	4	4	11	17	17
	Jesen	15	15	19	21	6	3	3	9	9
	Godina	15	14	16	20	5	3	5	10	11

Postaje u unutrašnjosti ne pokazuju nikakvih izrazitih pojedinosti. Može se jedino istaknuti, da se u Osijeku, u ravnici daleko od planina, vidi donekle izražen ljetni maksimum sjeverozapadnjaka (NW, ljeto 26%). Kod postaje Banje Luke razdioba je uvjetovana reljefom tla, te u razdiobi čestina skoro nema razlike u pojedinim godišnjim dobama, jedino je postotak N-smjera ljeti znatno manji nego u ostalim godišnjim dobama. S druge strane Dinarskog spleta mijenja se slika razdiobe; već Mostar pokazuje veliku čestinu bure (N i NE)u zimskim mjesecima, a tek je neznatno izražen maksimum južnih vjetrova u proljeće.

Postaja pak Hvar pokazuje nam jasno izmjenu bure i juga zimi, prevladavanje juga u proljeću i jeseni, te etezijsko strujanje tokom ljeta. Zato ćemo razdiobu smjerova vjetra na Hvaru pogle-



Sl. 14: a) Godišnji hod čestine juga, bure i sjeverozapadnjaka u Hvaru. b) Godišnji hod broja jakih vjetrova u Hvaru i Osijeku. c) Godišnji hod srednjih brzina vjetra u Hvaru i Osijeku.

dati pobliže i prikazati godišnji hod čestine bure, juga i sjeverozapadnjaka po mjesecima.

Kao jugo uzimamo smjerove E i SE, kao buru smjer NE, a kao etezijski smjer NW. Iz slike 14(a), u kojoj je prikazan godišnji hod pojedinih ovih smjerova, jasno se razabire proljetni i jesenski maksimum čestine juga, ljetni maksimum sjeverozapadnjaka, te zimski maksimum bure. Na Hvaru daleko nad svim smjerovima prevlađuju smjerovi juga (E i SE), naročito kroz hladno doba godine, kad se njihov postotak kreće oko 45%, ljeti padne postotak jugoistočnjaka do 20% (u srpnju). Bura je mnogo rjeđi vjetar na Hvaru: zimi postotak NE-smjera iznosi tek nešto preko 15%. NW-smjer ima svoj izrazit maksimum u srpnju, nešto preko 20%.

Uz obalu razdioba se čestina bure i juga mijenja; u sjevernom Primorju postotak bure daleko premašuje postotak južnih vjetrova, u srednjem Primorju imamo podjednaku čestinu južine i bure, a u južnom Primorju prevlađuje jugo.

Dok na Hvaru imamo istaknuto etezijsko ljetno strujanje, ne doduše tako jasno i izrazito kao na Palagruži, uz obalu sjeverozapadnog smjera nema. Uz obalu je etezijsko ljetno strujanje, kako je spomenuto, sasvim prekriveno izmjenom vjetra po danu s mora, a po noći s kraja. Kao primjer u tablici se 10. daje srednja razdioba

TABLICA 10. — Srednja razdioba čestina smjerova vjetra u postotcima za ljeto (lipanj, srpanj, kolovoz); 7, 14 i 21 sat.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	tišina
Palagruža	3	3	3	23	1	4	9	47	7
Split	7	21	8	11	10	19	4	5	15

čestina za ljeto (lipanj, srpanj i kolovoz) za postaje Palagružu i Split, iz koje se odmah razabire ova razlika. Na otvorenom moru najveći postotak čestine ima etezijski sjeverozapadnjak, uz obalu imaju najveću i jednaku čestinu smjerovi zmorca (SW) i vjetra s kraja (NE).

Ako se pak uzme u obzir samo podnevno motrenje (14 sati), na smjerove zmorca na postajama pri obali otpada ljeti do 80% svih motrenja.

3. RAZDIOBA JAČINE VJETRA

U pogledu jačine vjetra možemo dijeliti područje Hrvatske u dva dijela, na Primorje i unutrašnjost. Podijelimo li vjetrove po jačini na tišinu sa slabim vjetrovima, na umjerene te na jake i olujne vjetrove, može se uglavnom kazati slijedeće. U hladnom dijelu godine Primorje ima prosječno 30% tišina i slabih vjetrova, 50% umjerenih, a 20% jakih i olujnih; unutrašnjost 60% tišina i slabih vjetrova, 35% umjerenih, a samo oko 5% jakih vjetrova. Ljeti imamo ovu razdiobu: u Primorju 40% tišina i slabih vjetrova,

55% umjerenih, a 5% jakih; u unutrašnjosti 65% tišina i slabih vjetrova, 33% umjerenih, a oko 2% jakih vjetrova.

Da se istaknu razlike između Primorja i unutrašnjosti, izbrojena su sa postaje Osijek i Hvar sva motrenja 1901. — 1910., kad je jačina vjetra ocijenjena sa 6 ili više po Beaufortovoj ljestvici. Od 10956 motrenja otpada na jačine preko 5 za postaju Osijek samo 213 motrenja (2%), a za postaju Hvar 606 motrenja (6%).

TABLICA 11. — Broj motrenja s jačinom vjetra 6 ili većom, Osijek i Hvar (1901.—1910.).

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
22	23	37	41	12	10	7	5	9	18	10	19	213
64	69	68	50	45	19	9	12	31	73	82	84	606

Iz tablice 11. i slike 14.(b) jasno se vidi razlika u rasporedu jakih vjetrova po mjesecima u Primorju i unutrašnjosti. U Primorju samo u ljetnim mjesecima nema jakih vjetrova, u jeseni naglo naraste broj jakih vjetrova do maksimuma u prosincu, a tek u travnju broj se naglije smanji. U unutrašnjosti imamo jakih vjetrova mnogo rjeđe, a najviše u proljeće (ožujak i travanj).

Zanimljivo je, da od 606 motrenja jakih vjetrova na Hvaru otpada 566 na smjerove N, NE, E i SE, i to 385 motrenja na jugo, a 181 na buru, a samo ostatak od 40 motrenja imaju smjerovi zapadnog dijela ruže.

U Osijeku je razdioba jakih vjetrova po smjerovima jednoličnija, ističu se smjerovi NW sa 68 i N sa 41, te SE sa 35 i E sa 29 slučajeva jačine preko 5. stupnja (od ukupnog broja od 213), od kojih je velika većina zabilježena u mjesecima veljači, ožujku i travnju.

Ovu razliku između unutrašnjosti i Primorja pokazuje i godišnji hod srednjih brzina vjetra, kako pokazuje tablica 12. za postaje Zagreb, Sarajevo, Mostar, Hvar i Bjelašnicu. Srednje mjesečne brzine kreću se u unutrašnjosti oko 2—3 m/sek; najveću brzinu imaju proljetni mjeseci ožujak i travanj (oko 3 m/sek); primorske pak postaje imaju znatno veće brzine, koje se kroz ljeto kreću oko 3, a zimi, u proljeće i jeseni oko 5 m/sek. Srednje mjesečne brzine na Bjelašnici iznose od 7 do 9 m/sek. Slika 14(c) prikazuje nam godišnji hod srednjih brzina vjetra u Osijeku i Hvaru.

TABLICA 12. — Srednja brzina vjetra (m/sek); 1901.—1910.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Zagreb	2,0	2,3	2,7	2,9	2,5	2,4	2,2	2,0	1,9	2,0	1,9	1,9
Sarajevo	1,5	1,9	2,4	2,5	2,1	1,8	1,9	2,0	1,7	1,7	1,9	1,9
Mostar	4,5	3,8	3,1	2,8	2,2	2,1	2,2	2,3	2,2	2,1	3,4	3,4
Hvar	4,6	4,4	4,7	4,2	3,8	3,4	3,3	3,1	3,5	4,4	4,8	4,7
Bjelašnica	8,6	8,5	8,8	8,8	8,4	8,3	7,3	7,0	7,4	8,9	9,5	8,5

Proljetni maksimum brzine vjetra i broja motrenja s jakim vjetrom u unutrašnjosti prouzrokovan je prolazima ciklona, koje

se u proljeću kreću iz sjevernog Jadranskog mora u unutrašnjost u istočnom ili sjeveroistočnom smjeru. Ciklone, koje se kroz hladno doba godine najčešće kreću duž Jadranskog mora prema jugoistoku, u prvom redu prouzrokuju jake i olujne vjetrove na Primorju, dok se u zaleđu, a naročito u sjevernim krajevima, utjecaj ovih ciklona vrlo malo osjeća.

V. TEMPERATURA ZRAKA

Milan Kovačević

Poznavanje razdiobe temperature na površini Zemlje i u njenoj atmosferi jedna je od najvažnijih zadaća klimatologije. Ono nam tumači, kako je Zemlja primila i upotrijebila onaj dio energije Sunčeva žarenja, koji dolazi do nje i grijući njenu površinu uvjetuje sva vremenska zbivanja i život na Zemlji.

Nejednoliki sastav Zemljine površine (kopno, voda) i njezin reljef uzrokom su, da Zemlja prima energiju Sunčeva žarenja vrlo nejednako. Stoga su razdioba i promjena temperature nepravilne, te se razlikuju od one, koju teoretski daje t. zv. *solarna* klima.

Razdioba toplinske energije u atmosferi glavni je povod za nastajanje promjena u tlaku zraka, zračnih strujanja i zgušćivanja vodene pare. Stoga i rezultati istraživanja o razdiobi temperature u horizontalnom i vertikalnom smjeru, kao i njenim promjenama u *dnevnom, godišnjem i sekularnom* hodu služe kao glavna podloga za tumačenje i razumijevanje svih vremenskih zbivanja.

1. METODA MJERENJA I GRADIVO

S fizikalnog gledišta luči se »prava temperatura« zraka od pojma »klimatske temperature«. Ono što obično zovemo temperaturom zraka zapravo je sumarna veličina učinaka »prave temperature« zraka i topline žarenja Sunca i okoline.

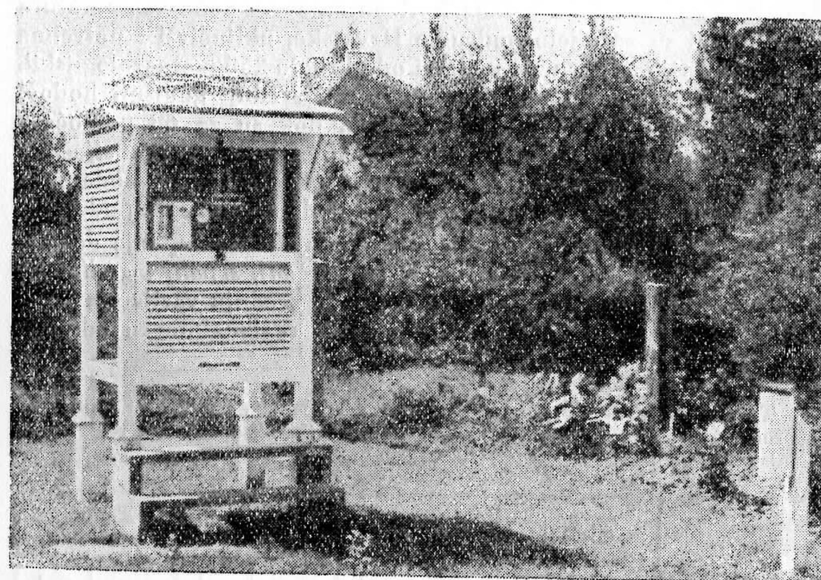
To je ona »djelotvorna« temperatura, koja na pr. vrši svoj fiziologijski utjecaj na organizme, pa je stoga u novije doba označuju nazivom »klimatske temperature«. Kao sastavljena (kompleksna) veličina nije ona kvantitativno dovoljno određena.

Ispravno mjerenje temperature zraka od velike je važnosti, pa nastojanja znanosti idu za tim, da se usavrše metode mjerenja. Velik je napredak u tom pogledu postignut u novije doba usavršenjem termometara i uvođenjem termometrijske kućice.

Najbolji bismo uvid u stanje temperature u atmosferi stekli, kad bismo mogli na mnogo mjesta istodobno mjeriti temperaturu

autografskim spravama (termografima), koje neprekidno registriraju temperaturu. No ovakav način mjerenja teško je provesti u širokom opsegu, pa se danas većinom ograničujemo na redovna mjerenja u zgodno odabranim *dnevnim terminima*, a ona se vrše *običnim očitavanjem* stanja termometara.

Pretežni broj mjerenja temperature zraka izvršen je *samo na površini Zemlje* (većinom u visinama ispod 2000 m), a i to većim dijelom na kopnu, a znatno manjim dijelom na moru i u slobodnoj višoj atmosferi. Podatci mjerenja su dakle za velika područja još dosta oskudni ili potječu iz prekratkih razdoblja.



Sl. 15. Meteorologijska postaja kod srednje gospodarske škole u Križevcima.

Za prikaz razdiobe temperature i njene karakteristike u našoj zemlji poslužit će nam u *ovoj radnji srednji godišnji hodovi temperature* izračunani kao aritmetički srednjaci za pojedine mjesece u godini iz *dužih vremenskih razdoblja*, a tako i analogne *srednje godišnje* temperature i *ekstremi* temperature (srednji i apsolutni). Da se dobije određenija slika, bilo je od potrebe, da se dade stanoviti broj godišnjih hodova iz *dužih* nizova motrenja, kod kojih se može pretpostaviti, da srednjaci imaju veću »sigurnost«, da se daljnjim produživanjem niza ne bi bitno promijenili.

Za prikaz *horizontalne razdiobe* temperature uzeti su za podlogu srednji godišnji hodovi i srednje godišnje temperature iz

10-godišnje periode 1901.—1910. Ovakav postupak usvojen je s razloga, da bi se kao podloga za grafički prikaz horizontalne razdiobe temperature s pomoću izoterma mogao upotrijebiti *veći* broj meteorologijskih postaja, a s druge strane da bi brojevni podatci bili *realni* aritmetički srednjaci izračunani iz *iste periode* godina za cijelo geografijsko područje. Podatci motrenja iz tog razdoblja su najpotpuniji, a kvalitativno vrlo pouzdani i stoga dobro usporedivi.

Godišnji hodovi temperature iz *dužih* nizova dani su u ovoj radnji za 37 postaja i to: za 11 postaja Banske Hrvatske, za 14 postaja Jadranskog primorja, te za 12 postaja Bosne i Hercegovine. Za kartografijski prikaz horizontalne razdiobe temperature upotrebljeni su za cijelo područje Hrvatske, uključivši i potrebna granična vanjska područja, podatci od okruglo 250 meteorologijskih postaja. Za 156 postaja dali su se izvesti srednji godišnji hodovi temperature za razdoblje 1901.—1910., dok su za 68 pomoćnih postaja izračunane samo srednje vrijednosti za mjesec *siječanj, srpanj* i za *godinu.* Dvadesetak postaja s nepotpunim podatcima poslužilo je kod radova oko usporedbe i nadopune drugih podataka.

U tablici 13 dali smo *regionalne* srednjake odstupanja dekade 1901.—1910. od dugoročnih nizova za *siječanj, srpanj i godinu* te za *godišnju periodičku amplitudu,* a tako i srednju varijaciju pojedinačnih vrijednosti odstupanja prema regionalnim srednjacima u °C.

TABLICA 13. — Regionalni srednjaci odstupanja dekade 1901.—1910. od dugoročnih nizova i srednja varijacija pojedinačnih odstupanja od regionalnih srednjaka °C.

Područje	Siječanj		Srpanj		Godina		Period. amplituda	
	reg. srednjak	sred. var.	reg. srednjak	sred. var.	reg. srednjak	sred. var.	reg. srednjak	sred. var.
Jadransko primorje	— 0,5	± 0,2	— 0,5	± 0,2	— 0,2	± 0,1	+ 0,1	± 0,2
Kopneno zaleđe	— 0,5	± 0,3	— 0,2	± 0,3	— 0,1	± 0,2	+ 0,4	± 0,4
Cijelo područje	— 0,5	± 0,3	— 0,3	± 0,3	— 0,1	± 0,2	+ 0,3	± 0,3

U tim granicama bit će prosječno i prikaz horizontalne razdiobe temperature pomoću *izoterma,* izveden iz srednjih vrijednosti 10-godišta 1901.—1910., u odnosu prema normalnom (dugoročnom) obliku deformiran, odnosno tok samih izoterma nesiguran.

2. HORIZONTALNA RAZDIOBA TEMPERATURE

Razdioba temperature ovisna je u prvom redu o geografijskoj širini, tako da temperature bivaju sve niže prema polovima Zemlje. No temperatura zraka opada i s visinom, tako da mjesta s većom nadmorskom visinom imaju niže temperature od mjesta u nizini. Ova dva čimbenika udružuju se i daju zajednički dosta zamršenu sliku razdiobe temperature, koju je gdjegdje, naročito u gorskim krajevima, teško *realno* prikazati. Da se dobije preglednija slika o *horizontalnoj* razdiobi temperature, kako je ona ovisna o geografijskoj širini i klimatskim uvjetima područja, potrebno je eliminirati utjecaj nadmorske visine. To se može postići *redukcijom* temperature na jedan zajednički niveau, za koji se obično uzima površina mora. U meteorologijskoj praksi ustalio se običaj, da se redukcija temperature izvodi s pomoću jedinstvenog broja 0.5° C za 100 metara visinske razlike. Poznavajući nadmorske visine mjesta dobit ćemo redukcijom *fiktivne* temperature, koje bi odgovarale onoj temperaturi, što bi je dotično mjesto imalo, da leži u visini razine mora.Ovakvim postupkom bilo je lakše upoznati opće odnose temperature na cijeloj Zemlji i podrobniju razdiobu na manjim područjima. Na taj način mogle su se izračunati i srednje temperature, koje su karakteristične za pojedine pojase geografijske širine, a ujedno upoznati i mjesne nepravilnosti ove opće razdiobe.

Horizontalna razdioba temperature u našoj državi, koja dobrim dijelom leži u sjeverozapadnom dijelu Balkanskog poluotoka, ovisna je u općim crtama o osobitom morfologijskom razvoju ovoga poluotoka i njegovu položaju među tri mora. Termički utjecaj ovih mora je tako odlučan faktor, da bitno mijenja onu razdiobu temperature, koju bismo očekivali, kad bi bila ovisna samo o razlici geografijske širine. Karakterizaciju *pravilne* razdiobe temperature u našem području možemo dati, ako navedemo srednje temperature onih usporednica, unutar kojih leži naša zemlja.

TABLICA 14. — (vriednosti za 40°, 45° i 50° N po W. Meinardusu).

Geografijska širina	Srednja temperatura paralele °C			Srednje godišnje kolebanje
	siječanj	srpanj	godina	
50° N	—7,1	18,1	5,8	25,2
47°	—3,9	19,8	8,2	23,7
46°	—2,8	20,3	9,0	23,1
45°	—1,7	20,9	9,8	22,6
44°	—0,4	21,5	10,7	21,9
43°	+1,0	22,1	11,5	21,1
42°	+2,3	22,8	12,4	20,5
40°	+5,0	24,0	14,1	19,0

Položajem naše zemlje uz toplo Jadransko more i orografijskim razvojem kopnenog zaleđa ova je pravilna razdioba znatno poremećena. Općenito se može reći, da je najvažnija posljedica termičkog utjecaja Jadranskog mora u tome, *što more u zimsko doba povećava razlike u temperaturi između Primorja i kopnenog zaleđa, koje je od mora odijeljeno visokim gorskim lancima, a u proljeću i ljetu usporuje proces zagrijavanja u obalnom području i time smanjuje opreke u temperaturi između Primorja i zaleđa.*

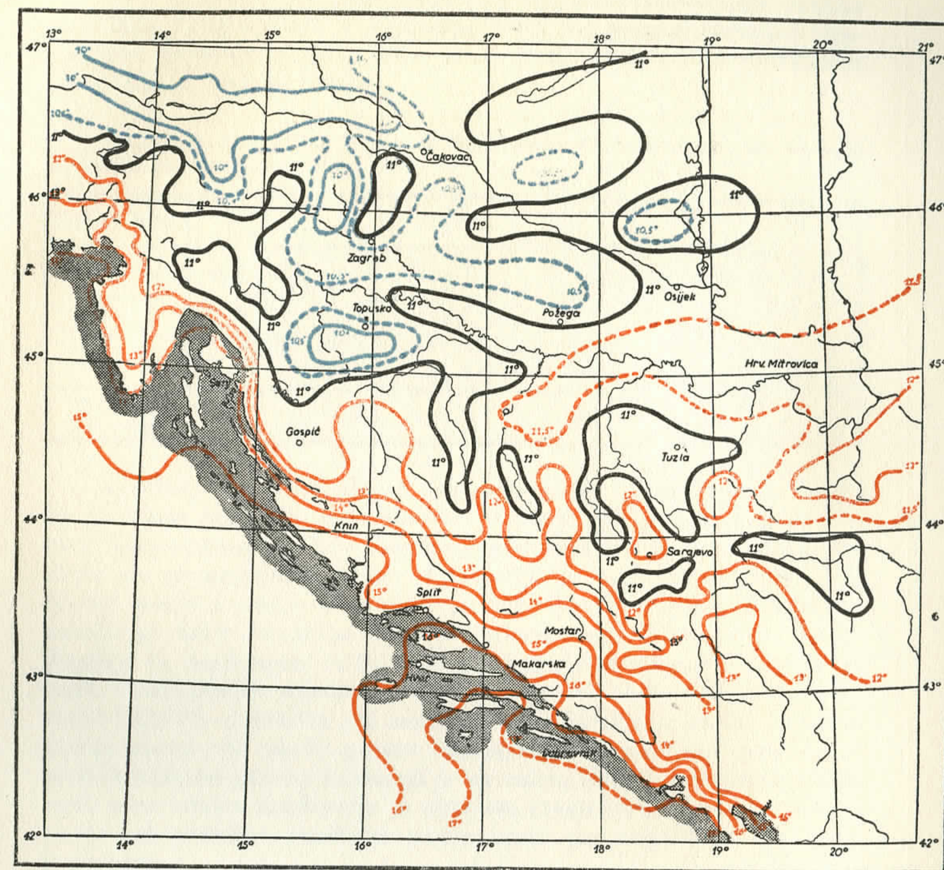
Ovi učinci odrazuju se i u našim grafičkim prikazima o razdiobi temperature. Oni se očituju time što *izoterme*)* na svim kartama t. j. u razdiobi srednjih *godišnjih* temperatura, kao i u onima za *siječanj i srpanj* teku na razmjerno širokom području uz more u glavnom *uporedo s obalom* i u relativno gustom rasporedu. Izoterme, koje bi u *pravilnoj* razdiobi tekle uporedo s paralelama, zatvaraju s njima u cijelom obalnom području i bližem zaleđu prilično velik kut; on je manji u južnom dijelu Primorja (oko 20°—45°), a veći u sjevernom, te doseže na petnaestom meridijanu i do 90°, što znači da izoterme teku dijelom uporedo s meridijanom.

Ako za podlogu našega razmatranja o horizontalnoj razdiobi temperature uzmemo kartu *godišnjih* izoterma i odaberemo za uporedbu stanovit broj mjesta, koja leže blizu pojedinih paralela i na podjednakoj geografijskoj dužini, dobit ćemo ovaj pregled.

TABLICA 15. — Horizontalna razdioba srednjih godišnjih temperatura (red. na razinu mora).

Geogr. širina	Srednja temperatura paralele	I	II	III	IV	V	VI
46 °N	9,0	Gorica 13,3	Ljubljana 10,8	Zagreb 10,5	Križevci 10,2	D. Miholjac (Osijek) 11,0	Subotica 11,1
45	9,8	Rovinj 13,9	Senj 14,0	Bos. Novi 11,3	B. Gradiška 11,1	Modriča 11,4	Hrvatska Mitrovica 11,7
44	10,7	Bonaster 15,3	Zadar 14,9	Vrlika 14,3	Livno 12,7	Sarajevo 12,3	Višegrad 12,4
43	11,5	—	—	Hvar 16.1	Korčula 17,4	Stolac 15,0	Gacko 13,1
Razlika za 3 °	2,5	2,0	4,1	5,6	7,2	4,0	2,0
Prosjek. za 1 °	0,8	1,0	2,1	1,9	2,4	1,3	0,7
Odstupanje od prosjeka za 1 ° g. šir.		+0,2	+1,3	+1,1	+1,6	+0,5	—0,1

* Crte, koje spajaju mjesta jednake temperature.



Sl. 15a. Godišnje izoterme u Hrvatskoj.

Crte spajaju mjesta jednake srednje godišnje temperature, reducirane na razinu mora, i daju pregled o njenoj horizontalnoj razdiobi. Izoterma 11 ° C (crna crta) dijeli Hrvatsku u relativno hladnije sjeverozapadno i središnje područje i u relativno toplije sjeveroistočno, jugozapadno i južno područje. U sjeverozapadnom i središnjem području srednja godišnja temperatura je oko 10 do 11 ° C, u sjeveroistočnom oko 11 do 12 ° C, a u jugozapadnom i južnom oko 11 do 17 ° C. Najhladnija područja su doline rijeke Sutle i Gline, najtoplije područje obuhvaća južne otoke Jadranskog primorja.

Ako u tablici 15. izračunamo u vodoravnim redcima razlike pojedinih temperatura u stupcima I do VI prema srednjoj temperaturi paralele, pruža nam se ovakav pregled *temperaturne anomalije* u smislu Dovea.

TABLICA 16. — Odstupanje srednjih godišnjih temperatura od srednjih godišnjih temperatura paralele.

Geogr. širina	I	II	III	IV	V	VI
46 ° N	+ 4,3	+ 1,8	+ 1,5	+ 1,2	+ 2,0	+ 2,1
45	+ 4,1	+ 4,2	+ 1,5	+ 1,3	+ 1,6	+ 1,9
44	+ 4,6	+ 4,2	+ 3,6	+ 2,0	+ 1,6	+ 1,7
43	—	—	+ 4,6	+ 5,9	+ 3,5	+ 1,6
Razlika (43°—46°)	+ 0,3	+ 2,4	+ 3,1	+ 4,7	+ 1,5	— 0,5

Tablica nam kaže, da su sva odstupanja *pozitivna*, što znači da je cijelo područje naše države po srednjoj godišnjoj temperaturi (reduciranoj na NN) *relativno pretoplo* prema pravilnoj razdiobi po geografijskoj širini. Anomalija je najveća na moru i u blizini mora i naglo se umanjuje prijelazom u blizo zaleđe. U zaleđu je dakle razdioba bliža pravilnoj razdiobi nego na moru. Razlike (u najdonjem retku tablice) između odstupanja najsjevernijih i najjužnijih mjesta (43⁰—46⁰ odnosno 44⁰—46⁰ za I i II) rastu najprije u pravcu od zapada prema istoku, a onda ponovno bivaju manje; to znači: porast odstupanja od pravilne razdiobe u meridionalnom pravcu *najmanji je na moru;* ulazeći u kopno on biva veći, a na istoku tendencija je obrnuta (negativna razlika!); odstupanje od pravilne razdiobe ovdje raste po vrijednosti od juga k sjeveru.

Ako izračunamo u tablici 15. razlike *samih temperatura* između najsjevernijih i najjužnijih mjesta, dobivamo pregled o tome, kakav je iznos promjene samih temperatura *prosječno* za 1⁰ geografijske širine. Brojevi u odnosnom retku tablice kažu nam da je *porast temperature* s umanjivanjem širine na raznim geografijskim dužinama *nejednak*. On je većinom veći od normalnog iznosa u pravilnoj razdiobi, koji je između 46. i 43. paralele 0,8⁰ C po stupnju širine. On je neznatno veći na crti Gorica—Bonaster na otoku Molatu (1,0⁰). Ulazeći dublje u kopno razlike postaju sve veće do meridijana Križevci—Korčula (2,4), da se smanje na kontinentalnijim potezima Osijek—Stolac i Subotica—Gacko. Ovdje je porast skoro normalan kao u pravilnoj razdiobi (0,7).

Raspored temperatura u smjeru zapad—istok pokazuje, da more povećava razlike u temperaturi između obalnog područja i

zaleđa. Skok temperature tu je velik osobito u sjevernom dijelu područja, što se vidi i iz ovih razlika: Gorica—Zagreb 2,8; Senj—Bos. Gradiška 2,9; Zadar—Livno 2,2; Hvar—Gacko 2,0° C. Ove razlike na ca 2° (dužinska stupnja) reducirane na jedinicu bile bi po redu: 1,4; 1,4; 1,1; 1,0. One postepeno opadaju od sjevera prema jugu. U unutarnjosti kopna razlike su mnogo manje, razdioba temperature je jednoličnija, ali razlike postaju *na kopnu* u *južnom* dijelu područja znatno veće; na pr. Stolac—Gacko razlika 1,9 na ½° udaljenosti, t. j. za 1° duž. stupanj 3,8° C. I ova velika razlika ima se pripisati utjecaju mora, koji zahvaća u Neretvansku kotlinu, u kojoj leži Stolac. Nagli pad temperature od obale prema zaleđu očituje se na kartama u jako *stiješnjenom* toku izoterma. Najjače je ova opreka izražena zimi *(siječanj)*, nešto manje u *godišnjoj* razdiobi, a najmanje ljeti *(srpanj)*. Horizontalni temperaturni gradijent u obalnom području je pretežno velik i pozitivan; on postaje negativan samo ljeti, kad više temperature na obali opadaju prema moru i otocima.

Da steknemo pregled o tome, kakav je karakter horizontalne razdiobe temperature *zimi i ljeti*, uzet ćemo u razmatranje karte izoterma za mjesece *siječanj* i *srpanj* kao mjesece godišnjih ekstrema temperature (tablice 17.—20.).

TABLICA 17. — **Horizontalna razdioba srednjih mjesečnih temperatura (red. na NN) za siječanj.**

Geogr. širina	Srednja temperatura paralele	I	II	III	IV	V	VI
46 ° N	— 2,8	Gorica 3,0	Ljubljana — 1,0	Zagreb — 1,0	Križevci — 1,6	D. Miholjac (Osijek) — 1,3	Subotica — 1,6
45	— 1,7	Rovinj 4,9	Senj 4,6	Bos. Novi — 1,3	Bos. Gradiška — 1,6	Sl. Brod — 0,8	Hrvatska Mitrovica — 0,8
44	— 0,4	Bonaster 7,4	Zadar 5,8	Vrlika 4,0	Livno 1,9	Sarajevo 0,0	Višegrad — 0,8
43	1,0	—	—	Hvar 8,1	Korčula 9,2	Stolac 4,6	Gacko 2,0
Razlika za 3 °	3,8	4,4	6,8	9,1	10,8	5,3	3,6
Prosječno za 1 °	1,3	2,2	3,4	3,0	3,6	1,8	1,2
Odstupanje od prosjeka za 1 ° g. šir.		+ 0,9	+ 2,1	+ 1,7	+ 2,3	+ 0,5	0,1

TABLICA 18. — **Odstupanje srednjih mjesečnih temperatura za siječanj od srednjih temperatura paralele.**

Geogr. širina	I	II	III	IV	V	VI
46 ° N	+ 5,8	+ 1,8	+ 1,8 ↑	+ 1,2 ↑	+ 1,5 ↑	+ 1,2 ↑
45	+ 6,6	+ 6,3	+ 0,4	+ 0,1	+ 0,9	+ 0,9
44	+ 7,8	+ 6,2	+ 4,4	+ 1,3 ↓	+ 0,4	— 0,4
43	—	—	+ 7,1	+ 8,2	+ 3,6	+ 1,0 ↓
Razlika (43°—46°)	+ 2,0	+ 4,4	+ 5,3	+ 7,0	+ 2,1	— 0,2

Razdioba odstupanja kod temperatura za siječanj u tab. 18. pokazuje nam, da i zimi postoji *pozitivna* anomalija temperature skoro u cijelom području države. Iznosi odstupanja su u cijeloj litoralnoj zoni znatno veći nego kod srednjih godišnjih temperatura, ali su manji u kopnenom zaleđu, osobito u središnjem istočnom dijelu zemlje, gdje je odstupanje primilo negativnu vrijednost (Višegrad —0,4). Razlike odstupanja u meridionalnom pravcu pokazuju veće vrijednosti, a smjer porasta vrijednosti odstupanja od sjevera k jugu zadržao se izrazito samo u litoralnom području, dok je u zaleđu postao obratan ili se dijeli u dva suprotna pravca od sredine zemlje, kako to pokazuje smjer strelica u tablici. Ovo nam kaže, da je u zaleđu temperatura u odnosu prema pravilnoj razdiobi *relativno viša u krajnjim sjevernim i južnim* krajevima, a približno normalna u nekim središnjim i istočnim krajevima, t. j. u srednjoj Posavini, središnjoj Bosni i u krajevima oko srednjeg toka Drine. Tendencija porasta meridionalnih razlika (u odnosnom retku tabl. 17.) od zapada prema istoku do poteza Križevci—Korčula sačuvala se i ovdje, samo su iznosi razlika znatno veći nego u godišnjoj razdiobi; to znači da su razlike u temperaturi po meridijanu veće nego u godišnjoj razdiobi. Ove razlike su uvjetovane vrlo naglim skokom temperature na granici maritimnog utjecaja, koji — kako se vidi u tablici — zahvaća Goricu i Stolac, ali ne seže do Ljubljane ni do Gackoga. Razlike u smjeru *zapad—istok* u siječnju su mnogo veće nego u godišnjoj razdiobi; u poprečnom profilu: Gorica—Zagreb 4,0; Senj—Bos. Gradiška 6,2, Zadar—Livno 3,9; Hvar—Gacko 6,1, što iznosi na 1° g. dužine 2,0, 3,1, 1,9 i 3,0° C. — Vrijedno je istaknuti, da je meridionalna razlika odstupanja u krajnjem istočnom potezu i ovdje *negativna* (—0,2) kao i u tablici 16., ali iznosi rastu k sjeveru i k jugu od središnje zone, što se vidi i u stupcu IV tablice 18. na potezu Križevci—Livno. — Razdioba samih temperatura pokazuje, da u zaleđu prevladavaju u siječnju *negativne* temperature, koje nam jasno pokazuju jak *kontinentalni* karakter ovoga područja, otvorenog prema Panonskoj nizini i izloženog provalama hladnog polarnog zraka, dok je utjecaj toplih mora ograničen na relativno usko obalno područje.

Relativno slični raspored (tablice 19. i 20.) nalazimo i kod razdiobe temperature ljeti (karta izoterma za srpanj), no on je znatno modificiran kvalitativno, a osobito i kvantitativno time, što su se razlike u zonalnom i meridionalnom pravcu bitno smanjile. Razlog je za ovo u tome, što je sada vrlo ugrijano kopno znatno povisilo temperature u zaleđu, dok se je termički utjecaj mora očitovao dijelom u negativnom smislu, t. j. hlađenjem. — Udruženi ovi utjecaji uvjetovali su, da je razdioba temperature na cijelom području mnogo jednoličnija, a horizontalni gradijenti su se bitno smanjili. Iz razdiobe *pozitivnih* odstupanja razabiremo ipak, da se i ljeti održala *pozitivna* anomalija na cijelom području države. — Ona je najmanja u središnjem sjevernom dijelu zemlje, a raste prema zapadu, istoku i jugu. Skok temperature između zaleđa i Primorja relativno je malen. Meridionalne razlike anomalija u tablici 20 pokazuju slabu tendenciju porasta od Primorja do poteza Križevci—Korčula, zatim opadaju. Kod ovih razlika iskače činjenica, da su dvije razlike, t. j. najzapadnija i najistočnija, negativne sa dosta velikim iznosom (Gorica—Bonaster —1,2, Subotica —Gacko —1,0), a osim toga je i smjer porasta odstupanja, sada u pravcu jug—sjever, obrnut. — To znači, da se na zapadu utjecaj mora odrazio hlađenjem: Gorica je *relativno* toplija nego Bonaster (odstupanje od srednje temperature paralele: Gorica +2,6, Bonaster +1,4° C). I na potezu Subotica—Gacko odstupanje je manje

TABLICA 19. — Horizontalna razdioba srednjih mjesečnih temperatura (red. na NN) za srpanj.

Geogr. širina	Srednja temperatura paralele	I	II	III	IV	V	VI
46 °C	20,3	Gorica 22,9	Ljubljana 21,1	Zagreb 20,6	Križevci 20,7	D. Miholjac (Osijek) 21,3	Subotica 22,0
45	20,9	Rovinj 23,1	Senj 23,2	B. Novi 21,3	B. Gradiška 21,8	Sl. Brod (Modriča) 22,1	Hrvatska Mitrovica 22,3
44	21,5	Bonaster 22,9	Zadar 24,1	Vrlika 24,1	Livno 22,8	Sarajevo 21,9	Višegrad 22,5
43	22,1	—	—	Hvar 24,8	Korčula 26,1	Stolac 25,0	Gacko 22,8
Razlika za 3°	1,8	0,0	3,0	4,2	5,4	3,7	0,8
Prosjek za 1°	0,6	0,0	1,5	1,4	1,8	1,2	0,3
Odstupanje od prosjeka za 1° g. šir.		—0,6	+0,9	+0,8	+1,2	+0,6	—0,3

na jugu (Gacko +0,7), a veće na sjeveru (Subotica +1,7). — Ovdje je jače ugrijano, prostrano i ravno kopno uzrokovalo pojačanu pozitivnu anomaliju. — Razlike u smjeru zapad—istok na prijelazu od mora u kopno u ljetu su male: Gorica—Zagreb 2,3; Senj—Bos. Gradiška 1,4; Zadar—Livno 1,3; Hvar—Gacko 2,0; to je po 1 duž. stupnju: 1,2; 0,7; 0,6 i 1,0° C.

TABLICA 20. Odstupanje sred. mjesečnih temperatura za srpanj od sred. temperatura paralele.

Geogr. širina	I	II	III	IV	V	VI
46° N	+2,6	+0,8	+0,3	+0,4	+1,0	+1,7
45	+2,2	+2,3	+0,4	+0,9	+1,2	+1,4
44	+1,4	+2,6	+2,6	+1,3	+0,4	+1,0
43	—	—	+2,7	+4,0	+2,9	+0,7
Razlika (43° – 46°)	—1,2	+1,8	+2,4	+3,6	+1,9	—1,0

Ako iznose meridionalnih razlika temperature po 1° geogr. širine iz odnosnih redaka u tablicama o razdiobi temperature usporedimo i izračunamo odstupanja od istovrsnih normalnih iznosa meridionalne promjene temperature, dobit ćemo ovaj pregled:

TABLICA 21. — Meridionalne razlike temperature prosječno za 1° geogr. širine i odstupanja od normale.

	Normalna razlika °C	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
Siječanj	1,3	2,2	3,4	3,0	3,6	1,8	1,2	+0,9	+2,1	+1,7	+2,3	+0,5	−0,1
Srpanj	0,6	0,0*	1,5	1,4	1,8	1,2	0,3	−0,6	+0,9	+0,8	+1,2	+0,6	−0,3
Godina	0,8	1,0	2,1	1,9	2,4	1,3	0,7	+0,2	+1,3	+1,1	+1,6	+0,5	−0,1

Odstupanja ovih razlika od normalnog iznosa promjene za 1° geografijske širine većinom su pozitivnog predznaka, što znači, da je promjena temperature s geografijskom širinom *naglija* nego u normalnoj razdiobi; samo u srpnju je na potezu I (Gorica—Bonaster) iznos odstupanja negativan, t. j. razlika subnormalna; jednako to vrijedi za siječanj, srpanj i godinu na krajnjem istočnom potezu VI Subotica—Gacko (odstupanja: siječanj —0,1; srpanj —0,3; godina —0,1). — To nam kaže, da je u ova dva područja u to doba *promjena* temperature u pravcu sjever— jug polaganija nego u normalnoj srednjoj razdiobi po paralelama. — Razdioba ovih odstupanja kvalitativno se podudara sa razdiobom meridionalnih razlika anomalije temperature, kako je sumarno daje tablica 22.

TABLICA 22. — Meridionalne razlike (43° — 46°) temperaturne anomalije za 3° geogr. širine.

	I	II	III	IV	V	VI
Siječanj	+ 2,0	+ 4,4	+ 5,3	+ 7,0	+ 2,1	— 0,2
Srpanj	— 1,2	+ 1,8	+ 2,4	+ 3,6	+ 1,9	— 1,0
Godina	+ 0,3	+ 2,4	+ 3,1	+ 4,7	+ 1,5	— 0,5

3. KARTE IZOTERMA

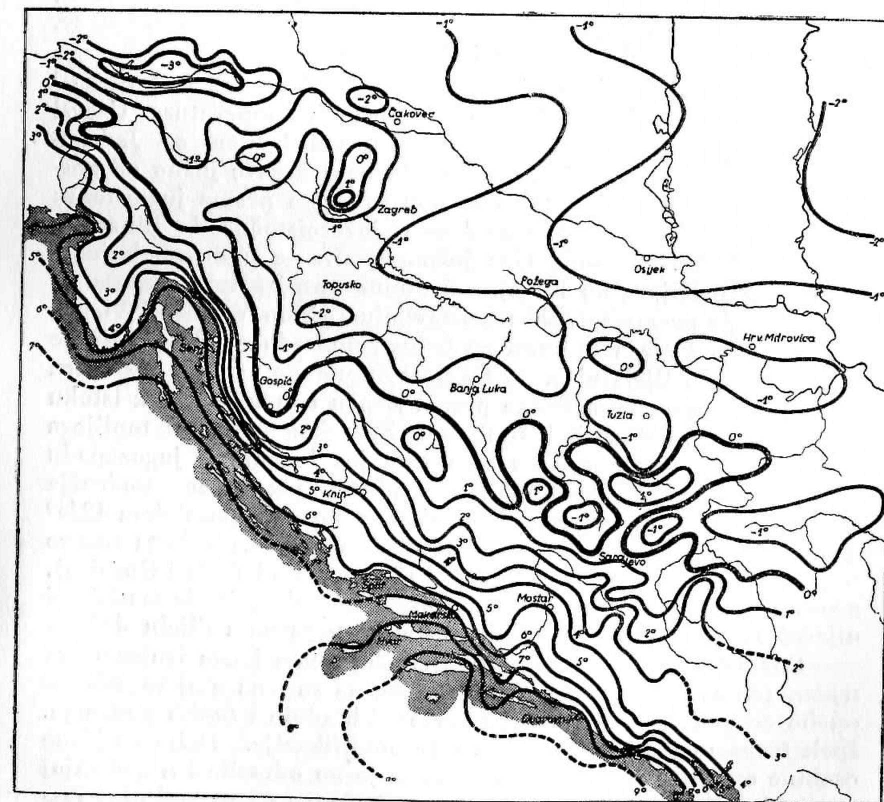
Ako na kartama izoterma podrobnije razmotrimo njihov tok, zapazit ćemo lako, da je razdioba temperature u kopnu općenito nepravilnija nego u Primorju, iako su razlike u temperaturi i na većim udaljenostima manje. — Ipak se dadu na kartama dobro razlučiti pojedina hladnija i toplija područja, koja će biti u vezi s reljefom i regionalnom klimatskom osebujnošću.

U *godišnjoj* razdiobi (sl. 15a) jasno se ističu *tri* veća relativno *hladna* područja: 1. dolina Sutle i Save do Siska s dolinom Glogovnice i Savsko-dravsko međuriječje do Našica; 2. dolina Gline i Korane i donjeg toka Une sa ličkim poljima; 3. Sprečko polje na potezu Kladanj—Tuzla—Tešanj. — Manji ali izraziti odvojci ovih hladnih otoka, od kojih su prva dva u svojoj jezgri zaokružena godišnjom izotermom 10° (Tuzla sa 11°), protežu se u Bosni od sjevera k jugu uz tok rijeke Sane, Vrbasa i Bosne. — Značajan je i hladni odvojak s Korduna preko Velike Kapele u Gorski Kotar i u visočje Risnjaka i Snježnika. Klimatologijsko tumačenje o razlogu postojanja ovih hladnijih područja moglo bi se s mnogo vjerojatnosti ovako formulirati: barički gradijent, koji svojim rasporedom uvjetuje veliku čestinu sjevernih i istočnih vjetrova u našoj državi, pogoduje trajnoj translaciji hladnijeg zraka sa sjevera, osobito u sjevernijim krajevima. Hladan težak zrak prelazeći široke nizine na sjeveru koči se na terenskim zaprekama tražeći pogodnije prolaze i zaustavlja se konačno u zatvorenim dolinama i kotlinama prije spomenutih područja ne mogući više prijeći visokih zapreka gorskih spletova, koji ih ograničuju s juga. Ovdje se proces ohlađivanja nastavlja ižarivanjem i hlađenjem mirnoga, stabilno uslojenog zraka. — Karakteristično je, da svako hladno područje ima tako reći svoj vlastiti »dovodni kanal« u terenu; dolina Sutle prolaz između istočnog ogranka Karavanka i Ivančice; niska Bilogora olakšava prolaz u dolinu Glogovnice i Save sve do Korduna; slično tako i vrlo široki prolaz između slavonskih gora i Meček-gore na zapadu te Fruške gore na istoku za doline bosanskih rijeka i Sprečko polje. — S time u vezi treba istaknuti osebujnu pojavu, da iznimku čine gornji tokovi Kupe i Une, a čini se i jedan dio južnog

toka Drine, možda zbog dosta odvojenog smjera. kojim se te riječne doline otvaraju prema sjevernoj strani.

Cijelo sjeverno područje zaleđa dijeli godišnja izoterma 11° u dva područja: hladnije na zapadu i toplije na istoku.

Ista izoterma zaokružuje u središnjem dijelu zaleđa u području Bosne spomenute hladnije otoke i odvojke, između kojih prodire izoterma 12° s juga zaokružujući toplije otoke gorskih područja, koja leže između riječnih dolina. Izrazito toplija područja su još i ova: Medvednica s Ivančicom, gornji tok Kupe i Une, donji tok Drave i Dunava, te cio tok Save od Siska na istok. Na jugu se ističu kao toplo područje hercegovačka polja u srednjem i donjem toku Neretve (ograničeno prema sjeveru izotermom 12°) kao odvojak toplog južnoprimorskog sektora zaokruženog izotermom 17°, godišnjom izotermom najviše vrijednosti u našoj državi. Sjevernom obalom Primorja ide godišnja izoterma 14°, u srednjem dijelu 15°, južno od Splita 16° C.



Sl. 16. Karta izoterma za siječanj

Horizontalnu razdiobu temperature *zimi* tumači nam karta izoterma za *siječanj* (sl. 16.). Može se reći, da se zimska razdioba u bitnosti dosta podudara s godišnjom razdiobom, po čemu zaključujemo, da je baš zimska razdioba ona, koja daje svoj biljeg i opću karakteristiku i godišnjoj razdiobi temperature. Ipak postoje neke modifikacije, od kojih je valjda najizrazitija ta, što hladno područje srednjeg toka Save, koje ograničuje izoterma —1⁰, dopire na istok sve do Sl. Broda i skoro se spaja s hladnim otokom Sprečkog polja kod Tuzle. Najhladnije područje zimi je dolina Gline oko Vel. Kladuše s izotermom —2⁰ C, za kojim ne zaostaje mnogo ni dolina Sutle. Hladno područje Panonske nizine (Banat, Bačka), zahvaća zimi i donji tok Drave pri utoku u Dunav, a jednako je, čini se, i tok Save prije utoka u Dunav hladniji od svoje okolice. Relativno topli su Srijem, Slavonija i Moslavina.

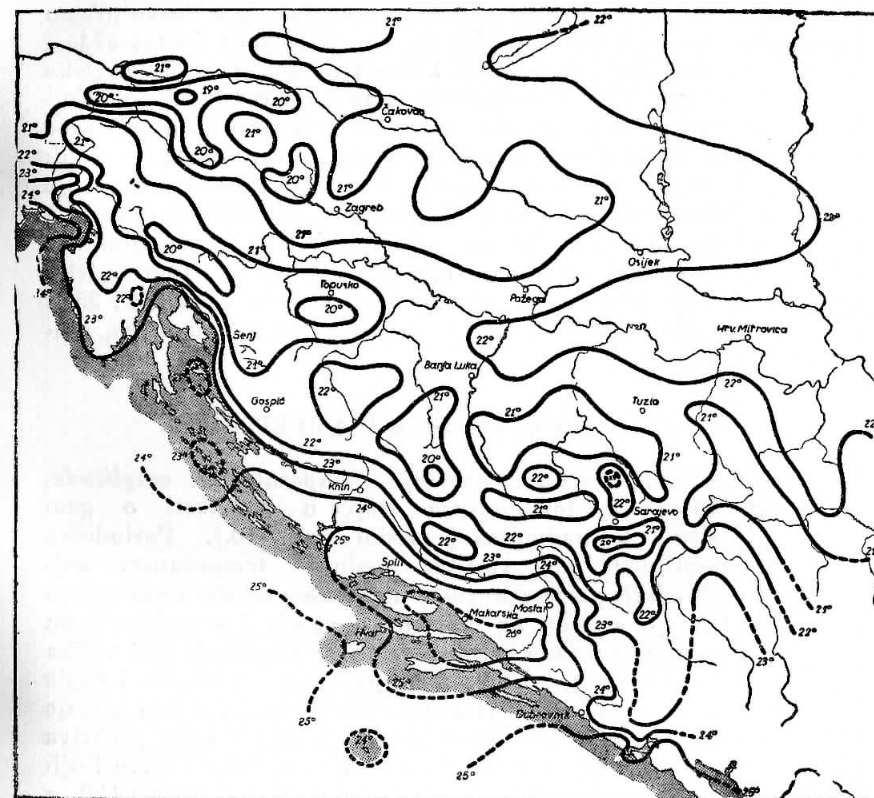
Zbog velikih razlika u temperaturi između Primorja i blizog zaleđa zimske izoterme su u obalnoj zoni vrlo stiješnjene; sjevernom obalom Primorja ide izoterma 4⁰, u sjevernoj Dalmaciji 6⁰, u južnoj 6⁰ do 8⁰. Najviša siječanjska izoterma 9⁰ zahvaća, čini se, samo jadranske otoke Korčulu i Palagružu.

Od važnosti je, da ovdje upozorimo još i na tok izoterme 0⁰ kao klimatske granice pozitivnih i negativnih temperatura. Uzevši posve grubo pokazuje ona tok paralelan s uzdužnom osi Jadranskog mora. Započinjući izvan područja naše države južno od gornjeg toka rijeke Drave spušta se ona pravcem prema jugoistoku; zahvaćujući duboko u Liku zaokreće sjeveroistočno do Bihaća i, ostavljajući dolinu gornje Une južno, spušta se ponovno k jugoistoku preko Ključa na Bugojno u dolinu gornjeg toka Vrbasa. — Ovdje skreće prema sjeveru pa ostavljajući sklop Vranice i Vlašić-planine na jug vraća se ponovno k jugu uporedo s dolinom Bosne do Ivan-sedla i Bjelašnice. — Ovdje se ponovno uspinje k sjeveru istočnom stranom toka Bosne prema Žepču i sada skreće k istoku preko Drine odjeljujući hladni otok Sprečkog polja od toplijega područja Javor-planine. Ona se spušta još jednom k jugozapadu odjeljujući hladniju kotlinu Prače od toplijeg južnog područja i skreće tada preko Drine na istok skoro uporedo s paralelom 42½⁰ sjeverne širine. Njena udaljenost od obale mora varira dosta znatno te je mnogo manja na sjeveru (oko 45 i 22 km kod Trsta i Gospića), a veća na jugu (oko 100 km). I ova okolnost pokazuje, da maritimni utjecaj Jadrana zahvaća dublje u kopno u južnom dijelu države.

Razdiobu temperature *ljeti* predočuje nam karta izoterma za *srpanj* (sl. 17.). Tteba odmah iztaknuti, da se i na njoj razabire u općim crtama već poznati nam raspored hladnih i toplih područja. Ipak treba upozoriti na neke važne modifikacije. *Dvije* su bitne osobine ove razdiobe, koje su se dosta jasno odrazile i u godišnjoj razdiobi: hladni otok oko Vel. Kladuše, koji se i u godišnjoj razdiobi jednim odvojkom pruža preko sklopa Vel. Kapele prema

sjeverozapadu, ljeti se razvio kao izrazito odijeljeno hladnije područje okruženo izotermom 21⁰. Ono se pruža preko Snježnika sve do Triglava u širini od cca 50 km, zahvaća na jugu još i Gacko polje kod Otočca i sadrži u sebi dvije još hladnije jezgre okružene izotemom 20⁰: prva leži na potezu od Bjelolasice do Snježnika, druga u gornjem toku Gline oko Velike Kladuše.

Druga osobina, koju u slabijem obliku susrećemo i u godišnjoj razdiobi, tiče se *toplog* područja okruženog izotermom 22⁰, koje



Sl. 17. Karta izoterma za srpanj

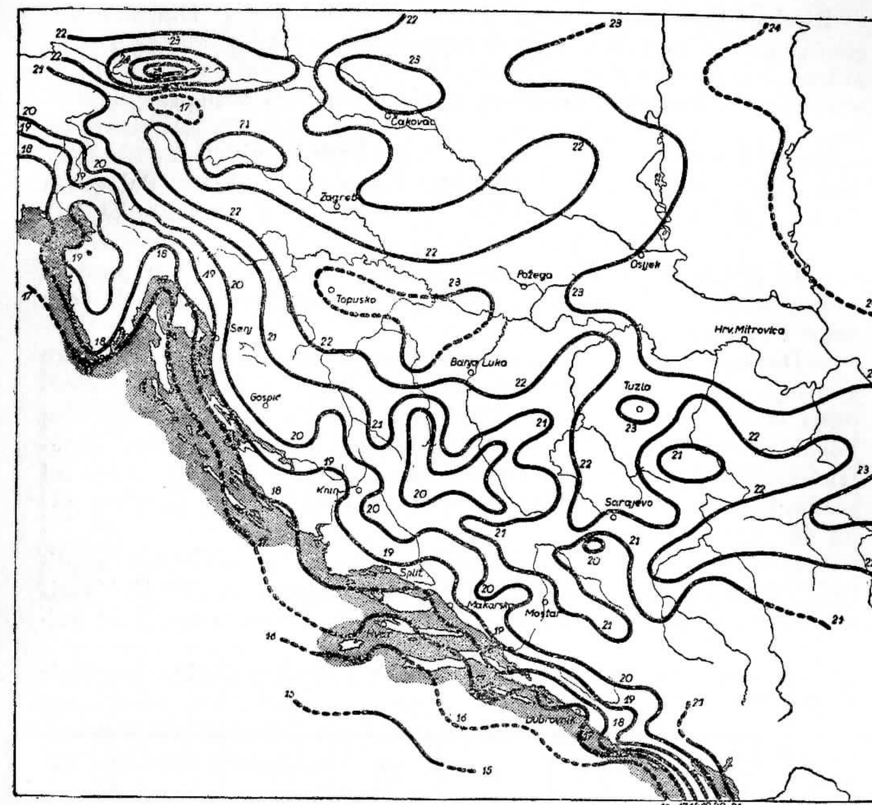
polazeći iz Panonske nizine Banata zahvaća cio Srijem i pruža se sve do B. Gradiške i Banje Luke. Ovdje se cijepa u dva smjera: u samostalni topli otok opasan izotermom 22⁰, koji prekriva gornji tok Une sa Plješevicom i Grmeč-planinom, i u nešto hladniju prugu (izoterma 21⁰), koja ide Posavinom do Siska i nastavlja Pokupljem preko Karlovca, Kočevja i Ljubljanske kotline sve do najgornjeg toka Save.

Dolina Sutle i ljeti je hladna (izoterma 20⁰), a prostrani hladniji odvojak okružen izotermom 21⁰ zahvaća i u Savsko-dravsko međuriječje preko Moslavine, pa u dravsku dolinu do D. Miholjca. U Bosni su riječne doline relativno hladnije (21⁰) od visočja u Međuriječju (22⁰).

Kako se vidi na karti, temperatura je ljeti visoka u sjeveroistočnom dijelu države (22⁰), najniža na čitavoj pruzi NW—SE u središnjem dijelu zemlje (20⁰ i 21⁰), pa raste opet prema moru. Izoterma 22⁰ ide uz obalu hrptom Velebita i Dinarom, skreće kod Livna na istok prema Ivan-sedlu te gornjim tokom Neretve prema jugoistoku do sedla Čemerno. Tu se diže k sjeveru do Goražda i Višegrada ostavljajući gornji tok Drine i poriječja njenih pritoka na južnoj strani. Veće izjednačenje temperaturnih razlika ljeti između mora i kopna čini, da su izoterme sada u Primorju jače razmaknute; horizontalni gradijent temperature dosta je velik samo u zaleđu Kvarnera i u okolici Neretvanske kotline. Najtoplije područje države leži ljeti oko ušća Neretve i na susjednim otocima okruženo izotermom 26⁰. Važno je istaknuti, da ljeti temperatura *od obale prema moru ponovno opada,* tako da se izoterme više vrijednosti, koje teku primorskim područjem u to doba (24⁰, 25⁰ i 26⁰) i zahvaćaju daleko na sjever uz obalu, prešavši k moru, vraćaju ovdje k jugu.

4. GODIŠNJA PERIODIČKA AMPLITUDA

Horizontalna razdioba *godišnje temperaturne amplitude,* godišnjeg kolebanja temperature stoji u ovisnosti o geografijskoj širini i nadmorskoj visini (sl. 18.). Periodička godišnja amplituda kao razlika srednjih temperatura najtoplijeg i najhladnijeg mjeseca raste u glavnom od ekvatora prema polovima. Ona je malena na morima, a opada i s nadmorskom visinom. Unaprijed se dade zaključiti, da će amplituda biti velika baš u onim područjima, gdje se poklapaju zimska hladna i topla ljetna područja. U našoj državi ova se pretpostavka dobro očituje time, što pojas najvećeg godišnjeg kolebanja od 23⁰ i 22⁰ prekriva cijelo područje riječnog sistema Dunava, Drave, Kupe i Save i njihovih pritoka pri uščima. Kolebanje je još veće u Banatu (24⁰), a opada prema moru, gdje se *izotalantoze* (crte jednakog kolebanja) pružaju uglavnom uporedo s obalom. Od Ravnih Kotara na jug teče izotalantoza 19⁰ C, na samoj obali 18⁰; u sjevernom Primorju ide obalom izotalantoza 19⁰, po bližnjim otocima 18⁰, po udaljenijim 17⁰. U južnom Primorju idu po otocima izotalantoze 17⁰ i 16⁰, a u većoj udaljenosti od obale 15⁰ (Palagruža 14,7⁰). Ako se kao granična vrijednost kolebanja u morskoj klimi uzme iznos 15⁰, a 15—20⁰ kao izotalantoze prelazne klime ka kontinentalnom karakteru, bit će od interesa promotriti tok granične izotalantoze 20⁰ C. I ona



Sl. 18. Karta izotalantoza

teče uglavnom uporedo s obalom Jadranskog mora, i to: u sjevernom dijelu područja po hrptovima gorskih lanaca Velebita i Dinare, dok u južnijem dijelu dijeli ona od mora sva visoka polja zapadne Bosne, a velikim dijelom i Neretvansku kotlinu. Ovo nam kaže, da kontinentalni karakter klime u kopnenom zaleđu, s obzirom na ovaj elemenat, seže dosta daleko u blizinu mora i veže se na crtu gorskih lanaca, koji dijele Primorje od zaleđa. Ovakva je horizontalna razdioba *realne* periodičke godišnje amplitude. Da se u razdiobi ukloni utjecaj nadmorske visine, mogle bi se sve vrijednosti amplitude metodom redukcije svesti na jedan zajednički niveau; no za to bi trebalo poznavati mjerni broj promjene amplitude s promjenom visine, a taj za naše krajeve nije dovoljno poznat.

Treba istaknuti još neke značajne pojedinosti. U Kvarnerskom zaljevu amplituda je izrazito nešto manja nego u južnijem dijelu obale; ona raste po prilici od Senja do Šibenika, a zatim ponovno opada. To pokazuje ovaj pregled:

Rijeka	Crikvenica	Senj	Zadar	Šibenik	Split	Dubrovnik
17,8	17,9	18,5	18,3	18,8	18,6	16,7

Na otocima ona postepeno opada od sjevera k jugu:

Nutarnji otoci			Vanjski otoci			
Krk	Rab	Hvar	Lošinj M.	Bonaster	Vis	Palagruža
18,1	16,9	16,5	17,1	16,1	15,3	14,7

Iz pregleda se vidi ujedno, da amplituda opada i u poprečnom profilu od obale prema moru, jer su amplitude na obali veće nego na otocima.

Da upotpunimo prikaz o horizontalnoj razdiobi periodičke godišnje amplitude, dajemo u tablici 23. pregled brojevnih vrijednosti *realne* periodičke amplitude na temelju srednjeg godišnjeg hoda iz razdoblja 1901.—1910., po kojima je crtana i karta izotalantoza. U tablici 24. izračunali smo odstupanja tih vrijednosti od srednjih vrijednosti godišnje periodičke amplitude za paralele 43° do 46° sjeverne širine.

Pregled u tablici 23. pokazuje, da na našem području amplituda varira okruglo od 16 do 23½° C, u granicama od 7½° C. Maksimum naše amplitude (23½° C) prosječno je 2½ puta manji od najveće poznate periodičke amplitude na Zemlji (60—65° C u istočnoj Sibiriji), a minimum (16° C) je oko 4 puta manji. Meridionalne razlike amplitude za prosječno 1° geogr. širine pretežno su veće od normalne (0,7° C); razlike opadaju ulazeći od mora u kopno, tako da na potezima V (Osijek—Stolac) i VI (Subotica—Gacko) postaju normalne (0,8 i 0,7° C). Promjene amplitude sa geografijskom širinom prema tome su veće od normalne u zapadnom dijelu države, a normalne su u kopnenom istočnom.

TABLICA 23. — Horizontalna razdioba godišnje periodičke amplitude temperature.

Geogr. širina	God. period. amplituda paralele	I	II	III	IV	V	VI
46 ° N	23,1	Gorica 19,9	Ljubljana 22,1	Zagreb 21,6	Križevci 22,5	Osijek 23,0	Subotica 23,6
45	22,6	Rovinj 18,2	Senj 18,6	Bos. Novi 22,6	Bos. Gradiška 23,4	Sl. Brod 22,9	Hrvatska Mitrovica 23,1
44	21,9	Bonaster 16,1	Zadar 18,3	Vrlika 20,1	Livno 20,9	Sarajevo 21.9	Višegrad 23,4
43	21,1	—	—	Hvar 16,7	Korčula 16,9	Stolac 20,5	Gacko 21,4
Razlika za 3 °	2,0	3,8	3,8	4,9	5,6	2,5	2,2
Prosječno za 1 °	0,7	1,9	1,9	1,6	1,9	0,8	0,7
Odstupanje od prosjeka za 1 ° g. šir.		+1,2	+1,2	+0,9	+1,2	+0,1	0,0

TABLICA 24. — Odstupanje godišnje periodičke amplitude od srednje godišnje periodičke amplitude 43. do 46. paralele (anomalija amplitude).

Geogr. širina	I	II	III	IV	V	VI
46 ° N	—3,2	—1,0	—1,5	—0,6	—0,1	+0,5
45	—4,4	—4,0	0,0	+0,8	+0,3	+0,5
44	—5,8	—3,6	—1,8	—1,0	0,0	+1,5
43	—	—	—4,4	—4,2	—0,6	+0,3
Razlika (43°—46°)	—2,6	—2,6	—2,9	3,6	—0,5	—0,2

Iznosi odstupanja u tablici 24. kažu nam, da u cijelom obalnom području i bližem zaleđu postoji velika *negativna* anomalija periodičke amplitude; ona manjim iznosima zahvaća i u Savsko-dravsko međuriječje, a gubi se ili postaje slabo *pozitivna* u središnjem i istočnom dijelu zemlje.

Razlike u smjeru zapad-istok na prijelazu od mora u kopno na razmaku od 2° geogr. dužine iznose: Gorica-Zagreb 1,7; Senj-Bos. Gradiška 4,8; Zadar-Livno 2,6; Hvar-Gacko 4,7. To je po 1° dužine: 0,8, 2,4, 1,3 i 2,3° C. Ako bismo uzeli u obzir *cijeli dužinski* profil, koji je dan u tablici 23., dobili bismo po 1° dužine ove razlike istim redom: 0,6, 0,8, 1,8 i 2,1° C, što pokazuje, da promjena amplitude od mora u kopno raste pravcem od sjevera k jugu.

5. GODIŠNJI HOD TEMPERATURE

Pod godišnjim hodom razumijevamo slijed vrijednosti srednjih mjesečnih temperatura.

Za prikaz godišnjeg hoda temperature poslužit će nam *srednji* godišnji hodovi temperature izvedeni iz *dužih* nizova motrenja za ukupno 37 postaja. Općenito uzevši tip godišnjeg hoda temperature ovisan je osim o geografijskoj širini još i o nadmorskoj visini kao i o tom, da li mjesto leži dublje u kopnu ili blizu mora. Od navedenih 37 postaja 14 ih leži u Jadranskom primorju, i to 7 na obali, a drugih 7 na otocima; ostale 23 postaje leže u kopnenom

TABLICA 25. — Godišnji hod temperature zraka. — Srednje mjesečne i srednje godišnje temperature; godišnja amplituda.

Postaja	Hm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina	Amplituda	Razdoblje	Broj godina
Jadransko primorje																	
Rijeka	5	5,0*	5,9	8,5	12,3	16,4	19,9	**22,8**	22,2	18,4	14,3	9,5	6,6	13,5	17,8	1869—1911	43
Crikvenica	2	5,4*	6,0	9,1	12,6	17,2	20,8	**23,3**	22,7	19,2	14,6	10,1	7,0	14,0	17,9	1891—1940	50
Krk	75	5,4*	5,8	9,0	12,3	17,2	21,3	**23,5**	22,8	19,3	14,5	10,0	6,9	13,9	18,1	1892—1938r	47r
Senj	7	5,3*	5,7	9,4	12,7	17,6	21,0	**23,8**	23,7	19,7	14,9	10,3	7,2	14,3	18,5	1901—1936	36
Rab	10	6,7	6,3*	9,5	12,8	17,2	21,2	**23,2**	**23,2**	19,3	15,4	11,1	8,4	14,5	16,9	1892—1938r	47r
Bonaster	123	7,0	6,9*	9,3	12,5	17,0	20,7	**23,0**	22,9	20,5	15,9	11,8	8,9	14,8	16,1	1892—1938r	47r
Lošinj Mali	3	7,3*	7,6	9,7	13,1	17,3	21,5	**24,4**	23,1	19,9	16,2	11,9	9,0	15,1	17,1	1881—1914	44
Zadar	10	6,7*	7,3	9,4	13,7	18,4	22,3	**25,0**	24,4	21,2	16,6	11,1	7,7	15,3	18,3	1851—1900r	50r
Šibenik	4	6,8*	7,5	10,0	14,2	18,6	22,7	**25,6**	24,8	20,9	16,6	11,3	7,8	15,6	18,8	1851—1900r	50r
Split	18	7,0*	7,8	10,5	14,2	18,5	22,5	**25,6**	24,8	20,9	16,8	11,8	8,1	15,7	18,6	1851—1900r	50r
Hvar	19	8,6*	9,0	11,1	14,3	18,3	22,3	**25,1**	24,6	21,7	18,1	13,2	9,7	16,3	16,5	1851—1900	50
Dubrovnik	18	9,2*	9,6	12,0	15,2	19,3	23,1	**25,9**	25,3	22,4	18,7	13,7	10,2	17,0	16,7	1851—1900r	50r
Vis	10	9,8*	9,8*	11,4	14,4	18,2	22,1	**25,1**	24,6	21,7	18,4	13,9	10,8	16,7	15,3	1851—1900r	50r
Palagruža	92	9,1*	9,1*	10,7	13,1	16,6	21,0	**23,8**	23,4	20,8	17,3	13,2	10,8	15,7	14,7	1895—1910	16
Kopneno zaleđe																	
Gospić	565	—1,9*	—1,2	3,7	8,3	13,1	16,6	**18,8**	18,2	13,9	9,2	4,5	0,2	8,6	20,7	1897—1940	34
Ravna Gora	793	—2,8*	—2,6	1,5	6,0	10,6	14,9	**17,1**	15,8	12,2	7,4	3,4	—2,0	6,8	19,9	1927—1941	15
Zagreb-Grič	163	0,0*	2,0	6,8	11,6	16,2	19,5	**21,8**	20,8	17,0	11,7	6,0	1,6	11,2	21,8	1862—1941	80
Sljeme	935	—3,0*	—2,0	1,6	5,8	10,5	14,1	**16,2**	16,1	12,4	8,0	1,8	—1,6	6,7	19,2	1888—1904	17
Lepoglava	230	—0,2*	1,1	6,3	10,0	15,0	18,5	**20,4**	19,4	15,3	10,6	5,4	1,9	10,3	20,6	1901—1938	35
Čakovac	170	—1,8*	0,5	5,0	10,7	15,2	19,4	**21,0**	20,1	15,5	10,8	4,2	—1,0	10,0	22,8	1851—1900r	50r
Petrinja	106	—0,1*	1,6	7,4	11,2	16,2	19,5	**20,9**	20,5	16,1	11,2	5,8	3,4	11,1	21,0	1904—1920	17
Požega	155	—1,1*	0,7	5,7	10,4	15,4	18,7	**20,8**	19,9	15,9	10,8	5,4	1,1	10,3	21,9	1885—1933	49
Slav. Brod	96	0,0*	1,1	7,2	11,6	16,8	20,0	**22,0**	21,2	17,0	11,6	6,4	2,1	11,4	22,0	1904—1938	35
Osijek	96	—0,9*	0,9	6,3	11,3	16,4	19,5	**21,7**	20,5	16,5	11,4	5,5	1,3	10,9	22,6	1882—1931	50
Hrv. Mitrovica	87	—0,2*	0,4	6,6	11,2	16,3	19,9	**22,2**	21,5	17,2	11,8	6,0	1,7	11,2	22,4	1901—1938	27
Velika Kladuša	161	—3,1*	—0,2	4,5	8,3	13,1	17,1	**19,1**	18,0	13,8	9,6	3,8	—0,1	8,7	22,2	1892—1913	22
Bihać	227	—0,6*	1,8	6,4	10,9	15,4	19,2	**20,8**	20,0	15,7	12,0	6,1	2,4	10,9	21,4	1892—1913	22
Banja Luka	163	—1,1*	1,7	6,6	10,8	15,4	18,8	**20,6**	19,8	15,8	11,6	5,7	2,0	10,6	21,7	1892—1913	22
Tuzla	234	—2,3*	0,7	6,1	10,4	15,2	18,6	**20,5**	19,6	15,3	11,1	4,7	0,5	10,0	22,8	1892—1913	21
Bijeljina	94	—1,1*	1,9	6,8	11,0	16,3	19,8	**21,7**	21,1	16,8	12,1	5,6	2,0	11,2	22,8	1892—1913	22
Livno	729	—1,3*	0,4	3,9	7,8	12,8	16,2	**18,8**	18,3	14,4	10,3	4,2	1,3	8,9	20,1	1892—1913	21
Kupres	1190	—4,7*	—3,3	0,1	4,4	9,4	13,4	**15,6**	15,1	11,2	7,1	1,1	—1,8	5,6	20,3	1892—1913	21
Travnik	504	—2,4*	0,2	4,9	9,4	13,9	17,1	**18,9**	18,3	14,8	10,6	4,6	0,4	9,2	21,3	1891—1913	21
Sarajevo	637	—2,6*	0,3	4,9	9,0	13,5	16,6	**18,7**	18,2	14,7	10,7	4,7	0,7	9,1	21,3	1892—1913	22
Foča	390	—1,6*	0,9	5,7	10,1	14,7	17,8	**19,9**	19,2	15,5	11,4	5,4	1,4	10,0	21,5	1892—1913	22
Mostar	59	4,8*	6,3	9,8	13,4	17,6	22,0	**25,4**	24,8	20,4	15,6	10,2	6,9	14,8	20,6	1892—1913	22
Bjelašnica	2067	—8,6*	—8,2	—5,7	—2,5	2,6	6,7	9,0	**9,1**	5,9	2,7	—2,6	—5,4	0,3	17,7	1895—1913	19

zaleđu. Od kopnenih postaja 11 ih je u visini između 100—200 m. Ostale leže ovako:

200 - 300 m	300 - 400 m	500—600 m	600—700 m	700—800 m	900—1000 m
Bihać 227 Lepoglava 230 Tuzla 234	Foča 390	Travnik 504 Gospić 565	Sarajevo 637	Livno 729 Ravna Gora 793	Zagreb—Sljeme 935

Kupres je na visini 1190 m, Bjelašnica 2067 m.

Dva su glavna kriterija, koji karakteriziraju godišnji hod temperature: *položaj ekstrema* t. j. mjeseci sa najvišom i najnižom temperaturom i *veličina periodičke godišnje amplitude.*

a) *Položaj ekstrema* u srednjem godišnjem hodu svih naših postaja pokazuje zakašnjenje za ljetnim i zimskim solsticijem, kakvo je tipično u umjerenom klimatskom pojasu tako, da najviša srednja mjesečna temperatura pada redovno na mjesec *srpanj,* a najniža na *siječanj.* Odstupanja od ovog tipa s još jačim zakašnjenjem nalazimo samo kod postaja na jadranskim otocima i u većoj nadmorskoj visini. Iz tablice 25. vidi se ovo pojačano zakašnjenje ekstrema kod postaja Rab, Bonaster, Vis i Palagruža, te kod Bjelašnice. Ljetni maksimum prelazi kod Raba i Bjelašnice na kolovoz; zimski minimum premješta se kod Raba i Bonastera na veljaču, dok kod Visa i Palagruže pada zimski minimum s jednakim vrijednostima na siječanj i veljaču. Razlog ovom jačem zakašnjenju ekstrema leži u poznatom termičkom utjecaju mora i visokih vrhunaca, zbog kojega se proljetno zagrijavanje i jesensko ohlađivanje zraka vrši s manjim ili većim usporenjem. *Jesen je stoga na moru i u brdima toplija od proljeća.*

Kod kopnenih mjesta u manjoj nadmorskoj visini susrećemo drukčiju vrst godišnjeg hoda. Na kopnu je proljetno ugrijavanje tla i zraka znatno brže zbog manje specifične topline tla u poredbi s vodom, a ugrijavanje se zraka nad ravnim tlom vrši jednoličnije i brže nego na gorskim vrhovima. Tu je i jesensko hlađenje jače i naglije, jer je i gubljenje topline iz tla ižarivanjem brže i veće. U godišnjem hodu temperature očituje se ovaj učinak time, da je zakašnjivanje ekstrema manje, a proljeće je *jednako toplo kao jesen ili toplije od nje.*

Poznato je da *položaj ekstrema* u godišnjem hodu temperature iz godine u godinu *nije jednak,* nego varira tako, da najviša i najniža mjesečna temperatura (maksimum i minimum godišnjeg

hoda) može pasti i na neki drugi mjesec, koji nije nosilac *periodičkog* ekstrema godišnjeg hoda. Da preispitamo kakav je raspored i kakvom čestinom se javljaju ekstremi godišnjeg hoda na raznim mjesecima, zabilježili smo iz osnovnih tablica srednjih mjesečnih temperatura za 23 postaje, koliko je puta maksimum ili minimum godišnjeg hoda pao na stanoviti mjesec.

Time smo dobili stvarni brojevni pregled o čestini, kojom se ekstremi razmještaju po mjesecima. No pošto broj godina motrenja nije kod svih postaja jednak, ne daje nam *realna* čestina uporedive brojeve; bolju uporedivost dat će *relativna* čestina, ako stvarne vrijednosti izrazimo u postotcima od ukupnog broja zabilježenih slučajeva. — Evo primjera: Zagreb—Grič ima ovakvu *stvarnu i relativnu* čestinu rasporeda ekstrema:

	Najniža						Najviša			
	srednja mjesečna temperatura pala je na mjesec:									
	XI	XII	I	II	III	Broj slučajeva	VI	VII	VIII	Broj slučajeva
Realna čestina	1	23	47	12	0	83	8	54	21	83
Relativna čestina u %	1	27	58	14	0	100	10	65	25	100

Relativna čestina, navedena u zadnjem retku, izračunana je prema ukupnom broju motrenih slučajeva, koji je ovdje 83, premda je broj godina motrenja 80, jer su jednaki ekstremi u 3 slučaja nastupili u istoj godini na 2 mjeseca.

Relativne čestine razmještaja ekstrema, izračunane na ovaj način za 23 postaje, variraju kod pojedinih postaja u dosta širokim granicama i na raznoliki način. — Da steknemo opći pregled o tom elementu, dat ćemo u tablici *srednju regionalnu* relativnu čestinu izvedenu iz podataka za 23 postaje.

TABLICA 26. — Srednja *regionalna relativna* čestina razmještaja ekstrema godišnjeg hoda temperature (23 postaje).

Mjeseci		XI	XII	I	II	III	Ukupno	VI	VII	VIII	IX	Ukupno
Relativna čestina u %		0,9	22,2	57,8	18,6	0.4	99,9	5,6	63,6	30,6	0,2	100,0
rel. čestina	Najveća (maks.)	6	40	77	35	5	—	13	86	53	5	—
	najmanja (min.)	0	10	33	5	0	—	0	47	7	0	—
Razlika (maks.—min.)		6	30	44	30	5	—	13	39	46	5	—

Kako se vidi iz tablice 26., rasap ekstrema po mjesecima obuhvata dosta široki vremenski interval. Zimski minimum može kod nas u pojedinim godinama izmjenično pasti na svih 5 mjeseci od studenog do ožujka, ljetni maksimum na 4 mjeseca od lipnja do rujna. Zimski minimum u *ožujku* zabilježen je po jedamput u 17 i 19 godina samo kod viših gorskih postaja (Sljeme, Bjelašnica), onaj u studenom kod 7 postaja u sjevernom dijelu države. Raspoređaj ljetnog maksimuma pokazuje *veću stabilnost* od zimskog minimuma, jer se rasap vrši na manjem broju mjeseci s većim vrijednostima relativne čestine. Regionalni srednjaci relativne čestine pokazuju nam, da je postotak premještanja zimskog minimuma od *siječnja* (kao mjeseca sa najvećom čestinom 57,8%) na *prosinac* (22,2%) veći od onoga za *veljaču* (18,6%), što znači da u našoj klimi *prosječno* postoji sklonost da *zima preurani;* to se donekle vidi i po tom što je postotak za *studeni* (0,9%) nešto veći od onoga za *ožujak* (0,4%). Odnosi između čestina I/XII. i I/II. određeni su kvocijentima 2,6 i 3,1, po čemu se vidi, da je relativna čestina *siječnja* 2½ puta veća od one za *prosinac*, ali 3 puta veća od one za *veljaču.* Rasap vrijednosti samih relativnih čestina za razne postaje vidi se iz najvećih i najmanjih vrijednosti relativnih čestina, koje su se za oba ekstrema našle iz podataka za 23 postaje. Najveću čestinu *siječnja* ima Bijeljina (77%), najmanju Ravna Gora (33%); razlika (maks.—min.) za siječanj (44%) veća je od istovrsnih razlika za prosinac i veljaču (po 30%) samo za 14%, pa i to pokazuje veliku nestalnost položaja zimskog ekstrema.

Kod *ljetnog* ekstrema odnosi su drukčiji. Iznos relativne čestine mjeseca periodičkog maksimuma (srpanj 63,6%) znatno je veći od iznosa prethodnog susjednog mjeseca (lipanj 5,6%); velikim postotkom za kolovoz (30,6%) jasno je izražena znatno veća sklonost, da maksimum padne na kolovoz nego na lipanj. Odnos čestina VII/VI i VII/VIII izražen je ovim kvocijentima: 11,4 i 2,1. Iznosi *najveće* relativne čestine za srpanj i kolovoz (86 i 53%) veći su, a onaj za lipanj mnogo manji (13%) nego kod analognih mjeseci zimskog rasporeda, što pokazuje veću stalnost položaja ljetnog ekstrema od zimskog kao i jaku sklonost *zakašnjavanju ljeta.* Ova pojava bit će dijelom u savezu sa lipanjskim maksimumom oborina i jakim provalama hladnog polarnog zraka u tom mjesecu. Razlika (maks.—min.) najveće i najmanje zabilježene relativne čestine pokazuje, da je rasap čestine za pojedine postaje veći u kolovozu nego u srpnju, što znači, da je stalnost čestine u kolovozu manja nego u srpnju.

Od svih postaja (23) zabilježena su samo dva slučaja *poremećenog* tipičnog sljedoreda relativne čestine, i to kod Ravne Gore i Senja, kako pokazuje ovaj pregled:

Ravna Gora (zima)			Senj (ljeto)		
XII	I	II	VI	VII	VIII
40	33	27	0	47	53

Bjelašnica i Sljeme imaju ovakav raspored relativne čestine:

	XI	XII	I	II	III	VI	VII	VIII	IX
Bjelašnica	0	10	50	35	5	0	53	47	0
Sljeme	0	21	58	16	5	0	59	41	0

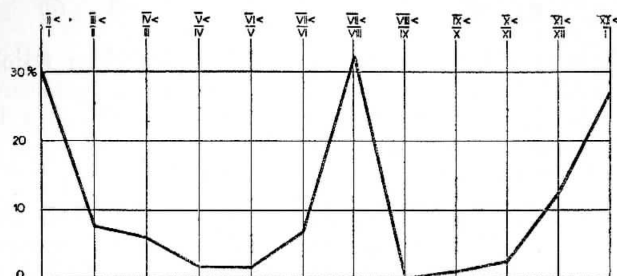
Iz njega se vidi, da samo na visokim vrhuncima (Bjelašnica) sklonost zakašnjavanju zime znatno premašuje preuranjivanje, a u oba slučaja se vidi velika sklonost zakašnjavanju ljeta uz posvemašnji manjak preuranjivanja ljeta, što se podudara s našim prijašnjim izvodima o termičkom utjecaju viših gora.

b) *Poremećenja godišnjeg hoda temperature,* koja su u vezi sa vremenskim osobinama pojedinih godina, mogu se upoznati i na taj način, ako se preispita, koliko su puta svi pojedini susjedni mjeseci u godini zamijenili svoje uloge u odnosu prema toku srednjeg godišnjeg hoda. To možemo lako razabrati, ako ustanovimo koliko je puta na pr. u prvoj polovici godine u pojedinim godinama

TABLICA 27. — Čestina poremećenja godišnjeg hoda temperature (koliko je puta mjesec u gornjem retku [a] bio hladniji od mjeseca u donjem retku [b]).

a hladniji od b	II / I	III / II	IV / III	V / IV	VI / V	VII / VI	VII / VIII	VIII / IX	IX / X	X / XI	XI / XII	XII / I	Duljina periode
Crikvenica	16	3	0	1	2	1	16	0	0	0	3	13	50 god.
Zagreb-Grič	13	2	2	2	2	8	21	0	1	1	5	18	65 „
Požega	14	4	0	0	1	2	11	0	0	1	4	12	49 „
Mostar	12	4	3	1	2	1	17	0	0	0	0	16	55 „
Bjelašnica	7	4	3	1	0	2	10	0	1	1	4	4	19 „
	Srednja regionalna čestina iz 14 postaja												Srednjak
Realna čestina	10,3	2,4	1,6	0,6	0,8	2,2	11,0	0	0,3	0,7	3,8	9,4	3,6
Relativna čestina u %	29,5	7,9	6,0	1,9	1,8	6,6	32,6	0	1,2	2,6	12,7	27,2	10,8
Najveća (maksimalna) rel. čestina	47	21	15	6	6	12	53	0	5	5	29	36	14 postaja
Najmanja (min.)	18	0	0	0	0	2	17	0	0	0	0	22	

prethodni mjesec bio topliji od svog kasnijeg susjeda ili u drugoj polovici godine hladniji. I ovdje će stvarni broj slučajeva biti ovisan o duljini periode, pa ćemo se stoga i ovdje poslužiti u prikazu relativnom čestinom. Dat ćemo je sumarno kao *srednju regionalnu* vrijednost iz podataka za 14 postaja, a stvarnu razdiobu neka pokažu podatci za 5 odabranih postaja s karakterističnim položajem i dužim nizom motrenja (vidi prvi dio tablice 27).



Slika 19. Relativna čestina poremećenja godišnjeg hoda temperature

Iz brojeva relativne čestine u tablici 27., koji su prikazani i grafički (sl. 19.), vidi se, da je *nestalnost mjeseci u njihovoj ulozi, koju imaju u godišnjem hodu temperature, najveća u blizini godišnjih ekstrema;* naprotiv su postotci nestalnosti u prelaznim dijelovima godišnjeg hoda pri uzlazu i silazu vrlo maleni. Jesenski mjeseci nešto su stalniji od proljetnih; najstalniji je *rujan,* jer u svim istraženim podatcima nije zabilježeno, da bi zamijenio uloge s kolovozom. Najveći je postotak nestalnosti para mjeseci VIII.-VII., što nam utvrđuje prijašnji nalaz, da u našoj klimi postoji velika sklonost da kolovoz preuzme ulogu srpnja. — Naprotiv je postotak zamjene između para VII.-VI. razmjerno malen, t. j. lipanj je razmjerno rijetko topliji od srpnja. — Relativno često mijenjaju uloge studeni i prosinac (rel. čestina 12,7%), a postotak čestine para II.-I. tek je neznatno veći od postotka za XII.-I., što nam pokazuje, da siječanj i veljača, kao i prosinac i siječanj podjednakom čestinom zamjenjuju uloge. — Naprotiv je relativna čestina para XII.-XI. 1 i pol puta veća od relativne čestine para III.-II., što govori da je sklonost preuranjivanju zime veća nego zakašnjavanju; no relativno rijetko je listopad hladniji od studenog. — Ali mnogo je češće ožujak topliji od travnja, po čemu se vidi sklonost za raniji nastup proljeća. — Općenito uzevši dolaze tu do izražaja utjecaj reljefa a i drugi specifični klimatski faktori, pa se tako *pojedinačni* godišnji hodovi temperature mogu dosta razlikovati i kod mjesta relativno male horizontalne udaljenosti.

c) Godišnji hod temperature izveden iz dužeg niza motrenja dade se geometrijski prikazati krivuljom godišnjeg hoda, koja se

može i matematički odrediti t. zv. jednadžbom godišnjeg hoda. — Po obliku ove krivulje svrstavaju se naši krajevi k poznatom tipu umjerenog klimatskog pojasa, koji se vrlo približuje obliku sinusove krivulje. — Odstupanje od ovog oblika može se očitovati u *pomaku faze* i u *asimetriji* godišnjeg hoda. Po *W. Köppenu* može se godišnji hod temperature predočiti i t. zv. *relativnim* temperaturama, koje se računaju kao razlike srednjih temperatura pojedinih mjeseci i temperature najhladnijeg mjeseca izražene u postotcima godišnje amplitude. *Kvalitativna* uporedba raznih godišnjih hodova olakšava se time, jer je u njoj eliminiran utjecaj varijabilnosti veličine amplitude.

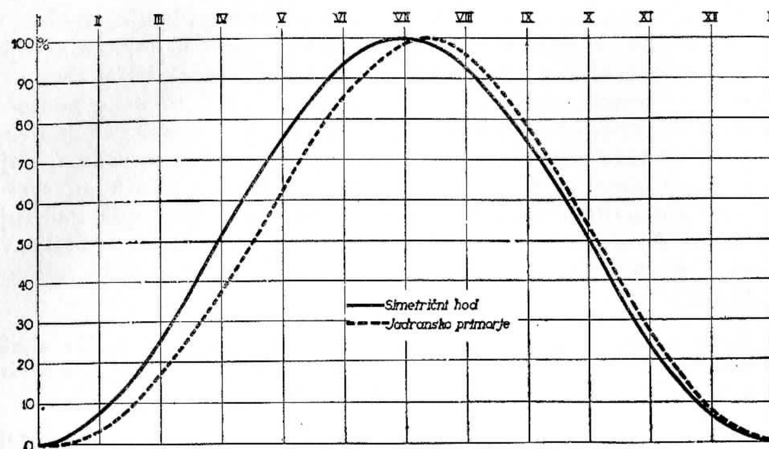
Za simetrični godišnji hod dao je Köppen sinusovu krivulju oblika $t = 100 \sin^2 15x$, gdje je za siječanj $x = 0$, a za srpanj $x = 6$. Tako se dobiva *simetričan* slijed relativnih temperatura ovoga oblika:

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
%	0	7	25	50	75	93	100	93	75	50	25	7

U njemu su zimski i ljetni ekstrem prikazani sa 0 odnosno sa 100%, a prelazni poekvinokcijalni mjeseci travanj i listopad sa 50%.

TABLICA 28. — Odstupanja relativnih temperatura od simetričnog godišnjeg hoda.

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Crikvenica	0	— 4	— 4	—10	— 9	— 7	0	+ 4	+ 2	+ 1	+ 1	+ 2
Hvar	0	— 5	—10	—15	—16	—10	0	+ 4	+ 4	+ 8	+ 3	0
Ravna Gora	0	— 6	— 3	— 6	— 8	— 4	0	+ 1	0	+ 1	+ 6	— 3
Zagreb-Grič	0	+ 2	+ 6	+ 3	— 1	— 3	0	+ 2	+ 3	+ 4	+ 3	0
Osijek	0	+ 1	+ 7	+ 4	+ 2	— 3	0	+ 2	+ 2	+ 4	+ 3	+ 3
Sarajevo	0	+ 7	+10	+ 5	+ 1	— 3	0	+ 5	+ 6	+12	+ 9	+ 9
Mostar	0	0	— 1	— 8	—13	— 9	0	+ 4	+ 1	+ 2	+ 1	+ 3
Bjelašnica	0	— 5	— 9	—15	—12	— 7	—1	+ 7	+ 7	+14	+ 9	+11
Srednja regionalna odstupanja:												
Područje	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
I Jadransko primorje	0	— 5	— 8	—13	—13	— 9	0	+ 4	+ 3	+ 4	+ 2	+ 2
II Hrvatska i Slavonija	0	— 1	+ 5	+ 1	— 1	— 3	0	+ 3	+ 2	+ 4	+ 3	+ 2
III Bosna i Hercegovina	0	+ 4	+ 7	+ 1	— 2	— 3	0	+ 4	+ 3	+ 9	+ 5	+ 6
II i III kopneno zaleđe	0	+ 2	+ 6	+ 1	— 2	— 3	0	+ 4	+ 3	+ 6	+ 4	+ 4



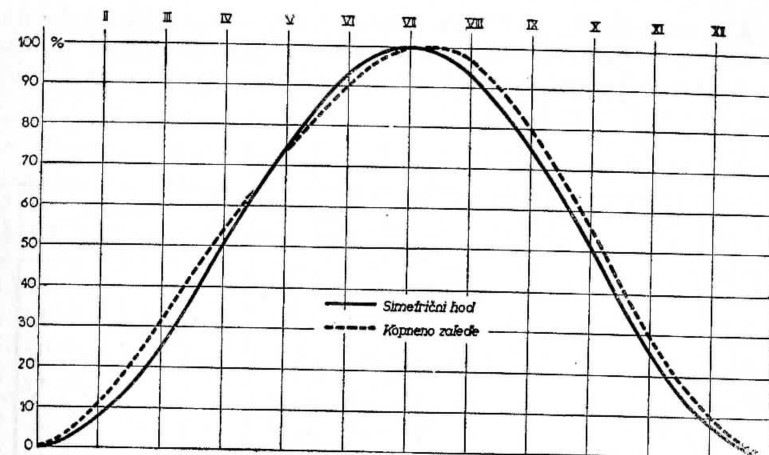
Sl. 20. Godišnji hod temperature (relativne temperature u %) u Jadranskom primorju

Ako se realni godišnji hod temperature neke postaje preračuna u relativne temperature, mogu nam *odstupanja* od simetričnog godišnjeg hoda poslužiti za potanju karakterizaciju godišnjeg hoda te postaje. U tablici 28. dali smo godišnje hodove tih odstupanja za neke karakteristične predstavnike naše klime, a za uporedbu i opći pregled dajemo i *srednje regionalne* hodove odstupanja za veća područja sa sličnim klimatskim karakterom.

Velika *negativna* odstupanja u *proljetnom* polugodištu imaju sva mjesta u Jadranskom primorju i u gorskim krajevima, a *pozitivna* su kod većine mjesta u nižim predjelima u kopnenom zaleđu. Vrlo značajna su negativna odstupanja *svibnja* i *lipnja*, koja se zapažaju kod većeg broja postaja, a i u srednjim regionalnim hodovima. Osobito izrazita je ova pojava za *lipanj*, tako te se s pravom može reći, da i u našoj klimi (kao većinom u zapadnoj Evropi) lipanj nema karakter ljetnog nego proljetnog mjeseca. — Odstupanja *jesenskog* polugodišta u cijeloj su zemlji pretežno *pozitivna* i približno *jednakog* reda veličine u Primorju i u zaleđu (sl. 20. i 21.).

Prema tome se može reći, da su osobine godišnjeg hoda temperature ove: *u proljeću znatno usporavanje porasta temperature na moru i u višem gorju, a nagao porast temperature u nižim krajevima na kopnu.* — Naprotiv je *opadanje* relativnih temperatura u jesenskom polugodištu *podjednako* na moru i na kopnu, pa se može smatrati, da je tok krivulje godišnjeg hoda temperature u jesenskoj polovici godine (ako se isključi utjecaj amplitude) na moru i na kopnu gotovo identičan.

Po činjenici, što i dugoročni srednji godišnji hodovi temperature pokazuju ovakva značajna odstupanja od simetričnog sinu-



Sl. 21. Godišnji hod temperature (relativne temperature u %) u kopnenom zaleđu

soidnog hoda, moramo smatrati, da su, s gledišta karakterizacije klime, baš ovako »deformirani« godišnji hodovi zapravo *normalni* i karakteristični.

Karakteri predznaka i veličina odstupanja od simetrije daju mogućnost, da se pobliže upoznaju važni elementi godišnjeg hoda temperature, t. j. karakter i veličina *pomaka faze* i *asimetrije* godišnjih hodova. — Pomak faze očituje se premještanjem toka krivulje godišnjeg hoda bilo kao *zakašnjenje* bilo kao *preuranjivanje*, pa se označuje kao *pozitivni* ili *negativni* pomak faze. Asimetrija odrazuje se u tome, što se krivulja godišnjeg hoda ne kreće jednako dugo *iznad* i *ispod* srednje godišnje temperature, a izražava se omjerom razlike spomenutih odsjeka vremena prema vremenskom intervalu cijele godine. Ako je ovaj odnos takav, da je odsjek vremena *ljetnog* polugodišta, kad krivulja teče nad godišnjim srednjakom, *veći* od onoga za *zimsko* polugodište, asimetrija se označuje *pozitivnom*, u obratnom slučaju *negativnom*.

Odstupanja od simetrije pokazuju, da većina naših mjesta ima *pozitivni* pomak faze; on je najveći u Primorju i u južnim krajevima, a najmanji u sjevernim krajevima, gdje dijelom postaje slabo *negativan*. — Asimetrija godišnjeg hoda je *negativna* u Primorju, u bližem zaleđu i u višim gorskim predjelima; tu je zimsko polugodište duže od ljetnoga. U cijelom središnjem, sjevernom i istočnom dijelu zemlje u manjoj nadmorskoj visini asimetrija je *pozitivna*, ljetno polugodište je duže od zimskog.

d) Da upotpunimo analizu i upoznavanje vrsti godišnjih hodova temperature u našem području, poslužit ćemo se još i nekim kriterijima, koje nam daju *međumjesečne promjene ili razlike* srednjih mjesečnih temperatura.

Ako u srednjem godišnjem hodu izračunamo razlike temperatura susjednih mjeseci, dobit ćemo za svaku postaju red od 12 brojeva, koji nam kažu, kakav je porast i pad temperature u pojedinim dijelovima godišnjeg hoda.

TABLICA 29. — Međumjesečne razlike u godišnjem hodu temperature

Razlika a—b	a / b	II / I	III / II	IV / III	V / IV	VI / V	VII / VI	VIII / VII	IX / VIII	X / IX	XI / X	XII / XI	I / XII	God. period. amplituda
Crikvenica		+0,6	+ 3,1	+ 3,5	+ **4,6**	+ 3,6	+2,5	−0,6	−3,5	− **4,6**	− 4,5	−3,1	− 1,4	17,9
Hvar		+0,4	+ 2,1	+ 3,2	+ **4,0**	+ **4,0**	+2,8	−0,5	−2,9	− 3,6	− **4,9**	−3,5	−1,1	16,5
Ravna Gora		+0,2	+ 4,1	+ 4,5	+ **4,6**	+ 4,3	+2,2	−1,3	−3,6	− **4,8**	− 4,0	−**5,4**	−0,8	19,9
Zagreb-Grič		+2,0	+ **4,8**	+ **4,8**	+ 4,6	+ 3,3	+2,3	−1,0	−3,8	− 5,3	− **5,7**	−4,4	−1,6	21,8
Osijek		+1,8	+ **5,4**	+ 5,0	+ **5,1**	+ 3,1	+2,2	−1,2	−4,0	− 5,1	− **5,9**	−4,2	−2,2	22,6
Sarajevo		+2,9	+ **4,6**	+ 4,1	+ **4,5**	+ 3,1	+2,1	−0,5	−3,5	− 4,0	− **6,0**	−4,0	−3,3	21,3
Mostar		+1,5	+ 3,5	+ 3,6	+ 4,2	+ **4,4**	+3,4	−0,6	−4,4	− 4,8	− **5,4**	−3,3	−2,1	20,6
Bjelašnica		+0,4	+ 2,5	+ 3,2	+ **5,1**	+ 4,1	+2,3	+0,1	−3,2	− 3,2	− **5,3**	−2,8	−3,2	17,7
Thorshavn		−0,1	− 0,1	+ 1,9	+ 2,0	+ **2,4**	+1,3	−0,2	−1,3	− **2,4**	− 2,0	−1,0	−0,5	7,6
Verhojansk		+5,6	+13,5	+**18,4**	+15,0	+11,0	+2,1	−4,6	−8,6	−16,9	−**22,1**	−9,6	−3,8	65,6

Tablica 29. pokazuje, da je porast temperature u proljetnoj polovici godine i pad u jesenskoj polovici *najveći* u mjesecima oko ekvinokcija, a *najmanji* oko godišnjih ekstrema. — Ovakav karakter hoda međumjesečnih razlika u uskoj je vezi sa sinusoidnim oblikom krivulje srednjeg godišnjeg hoda temperature. — Modifikacije u rasporedu međumjesečnih razlika ovisne su o karakteru pomaka faze i o asimetriji. — Zbog usporedbe dodali smo i hodove međumjesečnih razlika za *Verhojansk* i *Thorshavn*. Kod *kontinentalnog* tipa (Verhojansk) najveći je porast temperature od *ožujka na travanj*, najveći pad *od listopada na studeni*. Obje maksimalne razlike leže simetrično, ali nijesu po veličini iznosa jednake (jesenski maksimalni pad veći je od proljetnog maksimalnog porasta). Kod *oceanskog* tipa (Thorshavn) razmještaj maksimalnih razlika nije simetričan; najveći proljetni porast leži na paru mjeseci VI.-V., a jesenski pad na X.-IX.; no po veličini iznosa oni su jednaki.

Prema rasporedu *maksimalnih* međumjesečnih razlika za veći broj naših postaja može se reći, da se s obzirom na proljetni porast i jesenski pad temperature dadu kod nas razlikovati u glavnom *dva tipa* godišnjeg hoda temperature s nekim prelaznim oblicima. Kod *primorskog (maritimnog)* tipa je najveći proljetni porast temperature na parovima mjeseci V.-IV. i VI.-V.; na prvom paru u sjevernom Primorju; na drugom paru u južnom Primorju i u Hercegovini, koji položaj odgovara oceanskom tipu. No najveći pad u jeseni leži izrazito (kao kod kontinentalnog tipa) na paru XI.-X. sa sklonošću prijelaza na X.-IX. u sjevernom Primorju (Crikvenica).

Kod pretežnog broja postaja u *kopnenom zaleđu* najveći jesenski pad leži na paru XI.-X., pa se time priključuje čistom kontinentalnom tipu; naprotiv u proljeće nastupa dioba razmještaja tako, da postoje *dva maksimuma* međumjesečnih razlika, od kojih *prvi* leži na paru III.-II., a *drugi* na V.-IV. — Kod *visinskog* oblika nema prvog proljetnog maksimuma, a ostao je samo maksimum na V.-IV., dok je najveći jesenski pad i ovdje na paru XI.-X.; ovaj oblik imaju sve više gorske postaje (iznad 700 m) pa i Bjelašnica. — Samo kod jedne postaje zapaža se čisti *kontinentalni* tip (Čakovac), a ima ga u slabo izraženom prelaznom obliku i Zagreb-Grič (dva jednaka proljetna maksimuma na III.-II. i IV.-III.). — Postaje Ravna Gora i Gospić pokazuju kombinirane oblike, od kojih se Gospić sa III.-II., V.-IV i dvostrukim (ali jednakim) jesenskim maksimumom na X.-IX. i XI.-X. priključuje tipu zaleđa, dok Ravna Gora ima dvije jesenske maksimalne razlike s položajem X.-IX. i XII.-XI., t. j. posve odvojeno od ostalih oblika, a u proljeće se priključuje visinskom obliku sa V.-IV.

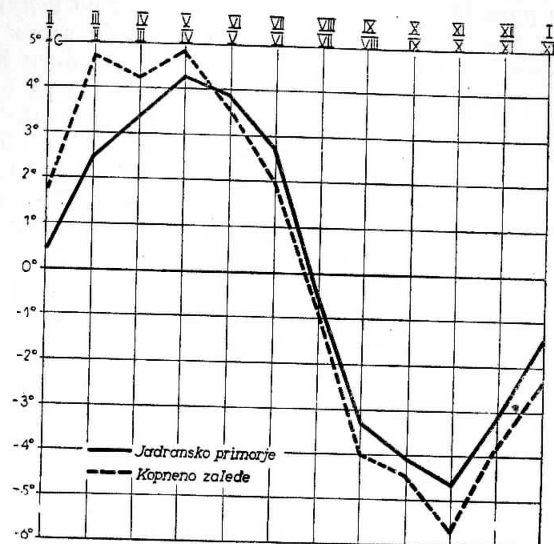
TABLICA 30. — Srednje *regionalne* međumjesečne razlike u godišnjem hodu temperature.

Razlika (a—b)	a / b	II / I	III / II	IV / III	V / IV	VI / V	VII / VI	VIII / VII	IX / VIII	X / IX	XI / X	XII / XI	I / XII	Broj postaja
Jadransko primorje		+0,4	+2,5	+3,4	+**4,3**	+3,9	+2,7	−0,5	−3,3	−4,1	−**4,7**	−3,1	−1,4	14
Hrvatska i Slavonija		+1,3	+**5,1**	+4,5	+**4,9**	+3,5	+2,0	−0,8	−4,1	−5,0	−**5,5**	−4,2	− 1,9	11
Bosna i Hercegovina		+2,3	+**4,3**	+4,1	+**4,7**	+3,6	+2,1	−0,6	−3,9	−4,1	−**5,9**	−3,6	−2,9	12
Cijelo kopneno zaleđe		+1,8	+**4,7**	+4,3	+**4,8**	+3,6	+2,0	−0,7	−4,0	−4,5	−**5,7**	−3,9	−2,4	23

Iz pregleda za veća područja u tablici 30. jasno se razabiru po razmještaju maksimalnih međumjesečnih razlika dva već opisana glavna tipa našeg područja: *maritimni* (V.-IV., XI.-X.) i *kopneni* (III.-II., V.-IV.; XI.-X.), ovaj s proljetnim duplicitetom maksimuma (sl. 22.).

Veličina iznosa međumjesečnih razlika ovisna je općenito uzevši o veličini godišnje periodičke amplitude; ova ovisnost se dobro vidi iz usporedbe podataka za taj elemenat dodanih u zadnjem stupcu tablice 29., iako ne u posve strogom obliku. U našoj zemlji rastu iznosi međumjesečnih razlika uglavnom od juga k sjeveru, te od mora u kopno kao i amplituda, no pojedine istovrsne grupe razlika različno se mijenjaju.

Uporedba veličine *maksimalnih* međumjesečnih razlika temperature pokazuje, da je najveći jesenski pad temperature *pretežno veći* od najvećeg proljetnog porasta. Osim toga se iznosi međumjesečnih razlika u proljeće *međusobno* po veličini manje razlikuju nego jeseni (naročito na kopnu), što znači, da je uspon temperature u proljeće nešto jednoličniji nego pad u jeseni.



Sl. 22. Srednje regionalne međumjesečne razlike u godišnjem hodu temperature

Nesimetričnost položaja i veličine maksimalnih a i ostalih korespondentnih međumjesečnih razlika temperature u proljeće i jesen svakako su u uskoj vezi s karakterom i veličinom pomaka faze i asimetrije godišnjih hodova temperature. — Proljetni duplicitet maksimuma međumjesečnih razlika kod *kopnenih* postaja važna je značajka godišnjeg hoda temperature našeg *kopnenog područja u manjoj nadmorskoj visini*, jer pokazuje kakav je karakter *proljetnog poremećenja* temperaturnog hoda u poredbi s pravilnim sinusoidnim hodom: *nagliji porast u početku proljeća, zatim stanoviti zastoj porasta i ponovni jači porast na koncu proljeća.* Naprotiv se poremećenje u *Primorju i na višim vrhuncima* očituje time, što u proljeću temperatura *isprva polagano raste, a poraste odlučno istom krajem proljeća na prijelazu u ljeto.*

Pad temperature u *jesenskoj* polovici godine *pretežno je najveći na koncu jeseni, no u ranoj jeseni on je na kopnu nešto usporen.* — Ponovno povećanje pada temperature nastupa na prijelazu od prosinca na siječanj; ono je veće na kopnu, a nešto manje u Primorju.

6. REGIONALNE KARAKTERISTIKE I ŠIRINE OPSEGA SREDNJIH TEMPERATURA

Pregled srednjih temperatura u tablici 25. pokazuje ovisnost veličine brojeva o klimatskom karakteru područja i o nadmorskoj visini.

U Jadranskom primorju kod svih postaja sve su temperature *pozitivne.* U zaleđu veći dio postaja ima zimi bar jednu mjesečnu temperaturu *negativnu* (siječanj); samo Zagreb-Grič i Sl. Brod imaju siječanjsku temperaturu 0,0 °. Sjevernije postaje na 500 m imaju negativnu temperaturu i u veljači; još više postaje (500 do 1000 m) i u prosincu. — Vrlo hladna Vel. Kladuša (161 m) ima ovaj raspored: pros. —0,1; siječ. —3,1; velj. —0,2 °. — Bjelašnica ima negativne srednjake na 6 mjeseci (XI. do IV.), ali je raspored oko zimskog ekstrema *nesimetričan:*

XI	XII	I	II	III	IV
—2,6	—5,4	—8,6	—8,2	—5,7	—2,5

Iz rasporeda i vrijednosti srednjih temperatura zimskih mjeseci može se razabrati, da od naših 37 postaja *deset* postaja u kopnenom zaleđu ima *srednju temperaturu zimskog doba ispod ništice* (Gospić, Ravna Gora, Sljeme, Čakovac, Vel. Kladuša, Tuzla, Travnik, Sarajevo, Kupres, Bjelašnica). — Iz pojedinih godišnjih hodova dade se lako razabrati i to, kako kod raznih postaja srednje temperature pojedinih mjeseci dosežu ili premašuju temperaturne stepenice od 5°, 10°, 20° i 25°.

Širine opsega najvažnijih elemenata godišnjeg hoda za veća područja vide se iz podataka u tablici 31.

TABLICA 31. — Širine opsega srednjih temperatura u Primorju i u zaleđu.

	zimski ekstrem	ljetni ekstrem	godišnji srednjak	godišnja amplituda
Jadransko primorje	5,0 (Rijeka) 9,8 (Vis)	22,8 (Rijeka) 25,9 (Dubrovnik	13,5 (Rijeka) 17,0 (Dubrovnik)	14,7 (Palagruža) 18,8 (Šibenik)
širina opsega a)	4,8	3,1	3,5	4,1
Kopneno zaleđe	—8,6 (Bjelašnica) 0,0 (Zagreb-Grič Slav. Brod)	9,1 (Bjelašnica) 25,4 (Mostar)	0,3 (Bjelašnica) 14,8 (Mostar)	17,7 (Bjelašnica) 22,8 (Čakovac, Tuzla, Bijeljina)
širina opsega b)	8,6	16,3	14,5	5,1
omjer (b : a)	1,8	5,3	4,1	1,2

Radi većih razlika nadmorske visine kod postaja u zaleđu širine opsega su u zaleđu veće nego u Primorju; no značajno je, da

se i omjeri istovrsnih širina opsega između zaleđa i Primorja za pojedine elemente dosta razlikuju, kako se to vidi iz brojeva u donjem retku tablice 31. Razmjerno malen je omjer širina opsega za zimski ekstrem (1,8); još manji za godišnju amplitudu (1,2), po čemu se dobro vidi odnos intenzivnosti onog utjecaja, kojim na promjenu amplitude djeluju maritimnost i varijacija nadmorske visine do 2000 m (Bjelašnica 2067 m) u kopnenom zaleđu.

Pregled o širini opsega srednjih temperatura u *cijelom* godišnjem hodu za područje cijele zemlje daju razlike najviših i najnižih srednjih temperatura u tabl. 32. Najviše temperature imaju Dubrovnik (III. do X.) i Vis (XI. do II.), a najniže Bjelašnica.

TABLICA 32. — Širina opsega srednjih temperatura u god. hodu.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.	Ampl.
Najviše	9,8	9,8	12,0	15,2	19,3	23,1	25,9	25,3	22,4	18,7	13,9	10,8	17,0	22,8 [1]
Najniže	—8,6	—8,2	—5,7	—2,5	2,6	6,7	9,0	9,1	5,9	2,7	—2,6	—5,4	0,3	14,7 [2]
Razlika	18,4	18,0	17,7	17,7	16,7	16,4	16,9	16,2	16,5	16,0*	16,5	16,2	16,7	8,1

Premda rezultat ovakvog pregleda u pojedinostima ovisi o izboru postaja, ipak se vidi da razlike, koje daju širine opsega, imaju logičan raspored. U njima se razabire i određen godišnji hod sa maksimumom u siječnju (18,4) i minimumom u listopadu (16,0). — Godišnja razlika je 16,7 °, razlika za godišnju amplitudu 8,1 ° C. — Ako iz 12 razlika za pojedine mjesece izračunamo srednjak, dobivamo broj 16,9 °. Kolebanje (širina opsega) srednjih temperatura (mjesečnih i godišnje) na području naše zemlje na razlici visine od 2000 m iznosi prema tome prosječno okruglo 17 °; širina opsega godišnje amplitude 8 ° C.

Analogni pregled širine opsega za srednje temperature *godišnjih doba* daje tablica 33. — Razlike pod Ia) i IIb) pokazuju, da su širine opsega srednjih *sezonskih* temperatura u istom području za po dva godišnja doba skoro jednake. U kopnenom zaleđu širine opsega su naravno mnogo veće nego u Primorju, no i raspored veličina je obrnut. — Odnos brojeva, koji predočuju širine opsega u oba područja, je jednostavan; izražen kvocijentima (b : a) kaže, koliko je puta širina opsega u zaleđu veća od one u Primorju. — Okrugle vrijednosti kvocijenata: 3, 5, 5, 3 kažu, da razmaci granica, u kojima se kreću srednje sezonske temperature u Primorju i zaleđu, stoje u odnosu: u proljeću i ljetu 1 : 5, a u zimi i jeseni 1 : 3. Za srednju godišnju temperaturu odnos je 1 : 4; za amplitudu blizu 1 : 1. — Širine opsega pod IIIc) za cijelo područje zemlje daju za godišnja doba analogni raspored kao i razlike u tablici 32. za godišnji hod.

[1]) Čakovac, Tuzla, Bijeljina; [2]) Palagruža.

TABLICA 33. — Širina opsega srednjih temperatura godišnjih doba (razlika najviših i najnižih *sezonskih* temperatura).

	Područje		Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen	Godina	
I	Jadransko primorje	najviša najniža	10,1 (Vis) 5,8	15,5 12,4	24,8 21,6	18,3 14,1	17,0 13,5	(Dubrovnik) (Rijeka)
	a) širina opsega		4,3	3,1	3,2	4,2	3,5	
II	Kopneno zaleđe	najviša najniža	6,0 – 7,4	13,6 – 1,9	24,1 8,3	15,4 2,0	14,8 0,3	(Mostar) (Bjelašnica)
	b) širina opsega		13,4	15,5	15,8	13,4	14,5	
	Kvocijenti (b : a)		3,1	5,0	4,9	3,1	4,1	
III	Cijelo područje	najviša najniža	10,1 (Vis) – 7,4	15,5 – 1,9	24,8 8,3	18,3 2,0	17,0 0,3	(Dubrovnik) (Bjelašnica)
	c) širina opsega		**17,5**	17,4	16,5	16,3*	16,7	(Prosječno) 16.9

7. KOLEBANJE TEMPERATURE I EKSTREMI

a) Ekstremne vrijednosti srednjih temperatura

U našem klimatskom području kolebanje je temperature dosta veliko, naročito u kopnenom zaleđu. — To vrijedi primjereno jednako za srednje temperature kao i za ekstremne temperature. — Veličinu kolebanja *srednjih* temperatura mogu nam pokazati razlike najviših i najnižih srednjaka temperature iz dužeg razdoblja. U tablici 34. dali smo ove elemente za 8 odabranih postaja.

Iako veličine kolebanja najviših i najnižih srednjaka temperature nijesu strogo uporedive, jer ne potječu iz iste periode godina, ipak pokazuju, da je kolebanje srednjih temperatura najveće u zimskim mjesecima, a znatno manje u proljetnim i ljetnim. — Kolebanje zimskih temperatura manje je u Primorju i na višim vrhuncima, a veće kod postaja u zaleđu na manjoj nadmorskoj visini, gdje dijelom znatno premašuje 10 °. Kolebanje temperature jesenskih mjeseci nešto je veće od kolebanja odgovarajućih proljetnih mjeseci; samo na višim gorskim vrhuncima ovaj je odnos djelomično obrnut. — Najbitnija je značajka godišnjeg hoda sekularnog kolebanja temperature, čini se, u tome, što najmanje kolebanje imaju pretežno *travanj* i *kolovoz*. Oba minimuma kolebanja dijelom zamjenjuju ulogu, pa je kod nekih postaja glavni minimum onaj u kolovozu (Primorje), kod drugih u travnju. — Razmjerno malo ko-

TABLICA 34. — Najviši i najniži srednjaci temperature iz dužih razdoblja i njihove razlike.

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.	Ampl.
Crikvenica (1891—1940)														
najviši	10,2	9,6	11,7	15,4	19,8	23,7	26,9	24,9	22,6	17,3	14,2	10,3	15,2	25,3
najniži	1,3	— 0,9	6,1	10,3	13,6	17,9	19,6	20,2	14,5	10,8	7,1	2,9	12,9	15,3
razlika	8,9	**10,5**	5,6	5,1*	6,2	5,8	7,3	4,7*	8,1	6,5	7,1	7,4	2,3	10,0
Hvar (1858—1918)														
najviši	11,0	11,9	14,0	16,1	21,0	24,4	26,9	26,5	23,8	20,4	16,6	13,1	—	—
najniži	4,7	5,6	7,7	11,9	15,1	19,5	21,9	22,8	18,0	14,4	9,8	6,1	—	—
razlika	6,3	6,3	6,3	4,2*	5,9	4,9	5,0	3,7*	5,8	6,0	6,8	**7,0**	—	—
Zagreb-Grič (1862—1941)														
najviši	6,7	7,8	10,5	15,0	21,0	23,2	25,0	24,4	20,8	15,6	12,8	7,6	13,0	29,5
najniži	— 7,2	— 7,2	1,3	8,5	12,0	16,0	18,7	18,3	12,0	6,8	1,2	—7,4	9,6	18,5
razlika	13,9	**15,0**	9,2	6,5*	9,0	7,2	6,3	6,1*	8,8	8,8	11,6	**15,0**	3,4	11,0
Požega (1885—1933)														
najviši	4,1	6,2	9,5	13,9	19,2	21,2	23,5	22,9	19,2	13,9	10,8	6,7	11,6	31,5
najniži	— 8,5	—10,8	— 1,1	7,6	11,4	15,6	17,9	17,7	11,3	6,1	0,5	—4,6	8,9	18,1
razlika	12,6	**17,0**	10,6	4,3*	7,8	5,6	5,6	5,2*	7,9	6,8	10,3	11,3	2,7	13,4
Sarajevo (1892—1913)														
najviši	1,6	5,6	8,0	11,9	17,0	18,5	21,3	20,4	18,1	14,6	9,1	5,9	10,0	28,7
najniži	—10,5	— 3,8	— 0,8	5,6	10,4	15,2	15,8	15,8	10,5	5,6	—0,3	—4,2	7,8	17,3
razlika	**12,1**	9,4	8,8	6,3*	6,6	3,3*	5,5	4,6*	7,6	9,0	**9,4**	10,1	2,2	11,4
Mostar (1881—1935)														
najviši	8,0	10,4	13,0	15,3	21,5	25,5	30,2	28,7	23,8	17,8	15,2	9,9	16,6	26,7
najniži	— 0,6	0,8	5,9	11,0	15,4	17,3	21,0	21,9	16,0	12,3	6,6	3,1	13,6	16,7
razlika	8,6	**9,6**	7,1	4,3*	6,1	8,2	**9,2**	6,8*	7,8	5,5*	8,6	6,8	3,0	10,0
Bjelašnica (1895—1913)														
najviši	— 4,5	— 3,5	— 2,5	—0,4	6,2	8,7	11,0	10,8	9,0	6,0	1,2	—3,3	1,4	26,0
najniži	—16,2	—15,0	—11,0	—6,5	—1,8	5,0	6,0	6,8	1,6	—2,0	—6,4	—8,1	—1,0	14,0
razlika	**11,7**	11,5	8,5	6,1*	8,0	3,7*	5,0	4,0*	7,4	8,0	7,6	4,8*	2,4	12,0
Sljeme (1888—1904)														
najviši	1,7	2,2	4,7	9,0	14,1	16,4	18,5	19,0	16,6	9,9	5,5	1,4	7,7	26,0
najniži	— 8,9	— 7,5	— 1,4	2,6	6,7	12,7	14,1	13,9	9,1	5,4	—0,9	—7,0	6,1	17,7
razlika	**10,6**	9,7	6,1*	6,4	7,4	3,7*	4,4	5,1	7,5	4,5*	6,4	8,4	1,6	8,3

lebanje ima većinom i *lipanj* (kod Sarajeva 3,3, Bjelašnice 3,7 i Sljeme̋na 3,7 pada na taj mjesec glavni minimum). — Bjelašnica ima osim toga izrazito malo kolebanje i u prosincu (4,8), a Mostar sekundarni minimum i u listopadu. Kod svih postaja vidi se izrazit porast kolebanja u mjesecu *svibnju;* samo kod Mostara ovaj se porast nastavlja do *srpnja,* na kojemu leži sekundarni maksimum kolebanja (9,2), čime se godišnji hod kolebanja ove postaje od ostalih bitno razlikuje.

Prosječno kolebanje u kolovozu i travnju iz podataka za 8 postaja iznosi oko 5 i 5½ ⁰, u svibnju oko 7 ⁰. Kolebanje *godišnjih*

srednjaka temperature manje je naravno od kolebanja mjesečnih srednjaka, te iznosi u prosjeku za 7 postaja 2½ ⁰.

U zadnjem stupcu tablice 34. dodali smo i najveće i najmanje vrijednosti godišnjih amplituda, koje su kao ekstremne vrijednosti ovog elementa određene pojedinačno iz označenog niza godina. Brojevi i njihove razlike pokazuju, da kolebanje amplitude može kod nas u dužem nizu godina biti vrlo veliko. Razlike variraju od 8,3 (Sljeme) do 13,4 (Požega) u okrugloj granici od 5 ⁰; srednja vrijednost kolebanja amplitude (7 postaja) je okruglo 11 ⁰. Iz pojedinačnih godišnjih hodova temperature za godine s vrlo velikom amplitudom dade se razabrati, da se porast amplitude ima pripisati *vrlo niskoj* vrijednosti *zimskog* ekstrema temperature, a u mnogo manjoj mjeri povećanju ljetnog ekstrema.

b) Srednji apsolutni ekstremi temperature i njihove razlike; apsolutni ekstremi i apsolutno kolebanje temperature.

S klimatologijskog gledišta važnu predodžbu o kolebanju temperature daju nam vrijednosti *srednjih apsolutnih i apsolutnih ekstrema* temperature i njihove razlike. — U tablici 35. i 36. dajemo jedne i druge vrijednosti za 10 postaja i to 2 u Primorju i 8 postaja u zaleđu, među njima i za 1 visinsku postaju (Bjelašnica).

Kao što srednje mjesečne temperature tako i srednji apsolutni ekstremi imaju izrazite godišnje hodove; oni predočuju *srednju* ekstremnu gornju i donju granicu čitavog kolebanja temperature, pa imaju manje-više paralelan tok s godišnjim hodom srednjih mjesečnih temperatura. — Širinu kolebanja daju razlike srednjih apsolutnih maksima i minima navedene u tablici 35. pod c).

Srednji apsolutni *godišnji* ekstremi (u tablici 35. pod a) i b) predzadnji stupac) pokazuju, da najviša srednja godišnja maksima kod naših 10 postaja variraju okruglo od 20 do 40 ⁰ (Bjelašnica 20,0, Mostar 39,9 ⁰), a najniža srednja godišnja minima od —2 do —25 ⁰ (Hvar —1,8, Bjelašnica —25,0 ⁰). Pošto godišnji hodovi srednjih apsolutnih ekstrema u tablici 35. sadrže podatke za 10 postaja na razlici visine od 2000 m, može se uzeti da cijela razlika od +40 do — 25 ⁰, t. j. 65 ⁰ približno predočuje *totalno kolebanje srednjih godišnjih apsolutnih ekstrema* na području cijele naše države.

U godišnjem hodu *razlika* srednjih apsolutnih ekstrema (tablica 35. pod c) značajan je raspored najvećih i najmanjih vrijednosti. — Ti brojevi pokazuju, da je kolebanje srednjih apsolutnih ekstrema u Primorju *najveće* u *svibnju* (Crikvenica 20,7, Hvar 15,7), a *najmanje u prosincu* ili *lipnju* (Crikvenica, prosinac 17,8; Hvar, lipanj 14,4, prosinac 14,6). Kod postaja u kopnenom zaleđu pada glavni minimum kolebanja na *lipanj,* a samo kod viših gorskih postaja prelazi on na *svibanj* (Ravna Gora 24,2, Bjelašnica 16,5). Mostar se u tom pogledu priključuje dijelom Primorju, jer mu

glavni minimum leži u *prosincu* (18,0), ali sekundarni kao i u zaleđu leži u *lipnju.*

Kod *kopnenih* postaja je kolebanje srednjih apsolutnih ekstrema najveće dijelom u *ožujku* ili u *siječnju* (kod Ravne Gore u *veljači* 30,2). — No sekundarni maksimumi kolebanja vide se kod tih postaja i u 3 jesenska mjeseca (IX do XI). — Kod Mostara, koji svojim godišnjim hodom pokazuje kombinaciju kontinentalne i maritimne klime, leži glavni maksimum kolebanja u *rujnu* (25,5),

TABLICA 35. — Srednji apsolutni ekstremi temperature.*

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina	Amplituda
a) srednja apsolutna maksima														
Crikvenica	14,1*	15,0	19,0	22,2	27,6	30,3	32,7	32,6	29,1	24,1	19,4	15,5	33,7	18,6
Hvar	14,9*	15,6	18,2	21,7	26,6	29,5	32,7	32,3	29,1	24,6	20,0	16,6	33,6	17,8
Ravna Gora	9,2*	10,4	14,5	19,0	22,6	27,3	28,6	28,4	24,7	21,2	15,6	10,6	29,7	19,4
Zagreb-Grič	10,7*	12,8	18,9	23,3	28,0	30,6	33,0	31,9	28,0	23,1	16,9	12,0	33,5	22,3
Sljeme	6,4*	9,0	13,9	17,2	21,8	24,7	27,8	26,9	23,9	18,1	12,1	7,1	28,4	21,4
Čakovac	7,6*	10,5	18,4	22,2	27,5	30,3	33,0	31,4	27,9	22,6	16,4	10,1	33,4	25,4
Požega	10,6*	13,5	19,9	24,2	28,3	30,4	34,0	32,7	29,7	24,8	18,3	12,2	34,9	23,4
Sarajevo	9,9*	13,4	18,3	22,7	26,3	29,3	31,5	31,8	28,7	23,4	17,9	12,2	33,1	21,9
Mostar	14,5*	17,5	21,7	25,9	30,7	34,3	38,7	38,6	35,2	28,8	21,2	16,0	39,9	24,2
Bjelašnica	—0,5*	—0,1	1,0	4,9	11,4	16,1	18,5	18,7	14,6	11,1	5,8	1,5	20,0	19,2
b) srednja apsolutna minima														
Crikvenica	— 3,8*	— 3,1	— 0,2	3,1	6,9	11,3	13,2	13,0	9,4	4,6	0,0	— 2,3	— 5,4	17,0
Hvar	— 0,3*	1,1	2,8	6,6	10,9	15,1	17,3	17,1	14,0	9,6	4,7	2,0	— 1,8	17,6
Ravna Gora	—17,5	—19,8*	—12,4	—6,0	—1,6	2,5	4,0	3,4	—0,5	—5,3	— 9,7	—17,1	—23,1	23,8
Zagreb-Grič	—10,4*	— 8,8	— 3,8	1,5	5,9	10,6	12,5	11,2	7,0	1,6	— 3,4	— 8,3	—13,2	22,9
Sljeme	—13,2*	—12,0	— 9,1	—3,0	1,1	5,8	7,8	7,7	4,0	—1,6	— 8,1	—12,1	—15,0	21,0
Čakovac	—13,9*	—11,3	— 7,7	1,2	5,6	10,8	12,5	11,7	5,5	—0,2	— 6,3	—10,6	—16,8	26,4
Požega	—12,9*	—11,7	— 5,8	0,6	6,4	11,1	13,5	11,8	6,2	—0,1	— 5,0	— 9,8	—16,6	26,4
Sarajevo	—16,2*	—12,6	— 7,3	—2,4	2,6	6,7	8,4	7,1	3,9	—0,1	— 6,6	—12,1	—17,7	24,6
Mostar	— 3,8*	— 2,1	0,2	3,0	7,6	11,9	14,3	13,3	9,7	5,8	0,1	— 2,0	— 5,1	18,1
Bjelašnica	—22,3*	—19,3	—16,3	—12,2	—5,1	—0,9	0,6	—0,1	—2,9	—7,2	—13,7	—16,9	—25,0	22,9
c) razlike srednjih apsolutnih maksima i minima														God. prosj.
Crikvenica	17,9	18,1	19,2	19,1	20,7	19,0	19,5	19,6	19,7	19,5	19,4	17,8*	39,1	19,1
Hvar	15,2	14,5	15,4	15,1	15,7	14,4*	15,4	15,2	15,1	15,0	15,3	14,6	35,4	15,1
Ravna Gora	26,7	30,2	26,9	25,0	24,2*	24,8	24,6	25,0	25,2	26,5	25,3	27,7	52,8	26,8
Zagreb-Grič	21,1	21,6	22,7	21,8	22,1	20,0*	20,5	20,7	21,0	21,5	20,3	20,3	46,7	21,1
Sljeme	19,6	21,0	23,0	20,2	20,7	18,9*	20,0	19,2	19,9	19,7	20,2	19,2	43,4	20,1
Čakovac	21,5	21,8	26,1	21,0	21,9	19,5*	20,5	19,7	22,4	22,8	22,7	20,7	50,2	23,4
Požega	23,5	25,2	25,7	23,6	21,9	19,3*	20,5	20,9	23,5	24,9	23,3	22,0	51,5	22,9
Sarajevo	26,1	26,0	25,6	25,1	23,7	22,6*	23,1	24,7	24,8	23,5	24,5	24,3	50,8	24,5
Mostar	18,3	19,6	21,5	22,9	23,1	22,4*	24,4	25,3	25,5	23,0	21,1	18,0*	45,0	22,1
Bjelašnica	21,8	19,2	17,3	17,1	16,5*	17,0	17,9	18,8	17,5	18,3	19,5	18,4	45,0	18,3

* Podatci su iz razdoblja: *Crikvenica* 1892—1938 (47 god.); *Hvar* 1877—1887 i 1897—1917 (32 god.); *Zagreb-Grič* 1862—1941 (80 god.); *Ravna Gora* 1927—1941 (15 god.); *Sljeme* 1888—1904 (17 god.); *Čakovac* 1881—1900 (20 god.); *Požega* 1885—1933 (49 god. *terminski* ekstremi); *Sarajevo* 1892—1913 (22 god.); *Mostar* 1894—1913 (19 god. bez god. 1898); *Bjelašnica* 1895—1913 (19 god.).

a sekundarni u *svibnju* (23,1), koji smo upoznali kao glavni maksimum primorskog područja.

Pošto vrijednosti kolebanja za *pojedine mjesece* dosta variraju, može nam o veličini kolebanja u svrhu usporedbe dati neku predodžbu i godišnji prosjek mjesečnih vrijednosti (tablica 35. pod c) zadnji stupac). Godišnji prosjek kod naših 10 postaja varira od 15,1 (Hvar) do 26,8 (Ravna Gora), dakle okruglo od 15 do 27 ⁰ C s razlikom od 12 ⁰ (u samom Primorju oko 15 do 19 ⁰).

Kolebanje srednjih *godišnjih* ekstrema *znatno je manje u Primorju nego u zaleđu* kao i mjesečna kolebanja, pa i ovu činjenicu valja istaknuti kao *važnu osobinu naše maritimne klime.* — Crikvenica i Hvar imaju vrijednosti srednjeg godišnjeg apsolutnog kolebanja 39,1 i 35,4 ⁰, dok u zaleđu ovi brojevi variraju od 43,4 (Sljeme) do 52,8 ⁰ (Ravna Gora), t. j. okruglo od 43 do 53 ⁰ s razlikom od 10 ⁰. — Ove vrijednosti su za 8 — 14 ⁰ C veće od onih u Primorju i pokazuju time *izraziti kontinentalni karakter klime u kopnenom zaleđu.* Razlika najvećeg i najmanjeg godišnjeg kolebanja, koju daju od naših 10 postaja Ravna Gora (52,8) i Hvar (35,4), iznosi 17,4 ⁰ C.

Ako za naših 10 postaja u tablici 35. usporedimo vrijednosti godišnjih amplituda srednjih apsolutnih ekstrema s godišnjim amplitudama srednjih mjesečnih temperatura u tablici 25., naći ćemo da su prve uz neke izuzetke pretežno veće od drugih, i to prosječno za 1 do 2 ⁰ C. To znači, da je tok krivulja godišnjih hodova srednjih apsolutnih ekstrema pri proljetnom usponu i jesenskom slazu nešto strmiji nego kod srednjih mjesečnih temperatura. — S time u savezu su naravno i *međumjesečne* razlike u hodovima srednjih apsolutnih ekstrema *veće;* no smještaj maksimalnih razlika pokazuje kod srednjih apsolutnih maksima analogni raspored kao i kod srednjih mjesečnih temperatura. Naprotiv je položaj najvećih međumjesečnih razlika kod srednjih apsolutnih minima u proljeću i u jeseni većinom pomaknut za jedan mjesec prema ljetu; to znači, *da se u proljeće kod nas još relativno dugo javljaju dosta niske temperature, a i u jeseni dosta rano nastupaju.*

U tablici 36. dali smo pregled apsolutno najviših i najnižih temperatura. — Njihove razlike daju nam *apsolutno kolebanje* ili krajnje granice temperature za odnosna razdoblja.

Po smještaju najvećih i najmanjih vrijednosti u godišnjem hodu apsolutnih ekstrema vidi se, da je tu rasap po mjesecima veći nego kod srednjih apsolutnih ekstrema. *Najviša* apsolutna *maksima* mogu pasti u sva tri ljetna mjeseca (VI, VII, VIII); naprotiv je položaj *najviših* apsolutnih *minima* stalniji, jer padaju većinom na srpanj (kod Bjelašnice na kolovoz). — *Najniža* apsolutna maksima i minima padaju većinom u tri zimska mjeseca (XII, I, II), no kod Bjelašnice pada najniži apsolutni maksimum čak na ožujak (5,4).

Razlike apsolutnih ekstrema za *pojedine mjesece* vrlo su velike, naročito u zaleđu, te dosežu u zimskim mjesecima kod nekih postaja i 50 ⁰ (Požega, veljača 51,6 ⁰). Godišnji prosjeci mjesečnih kolebanja (tablica 36. pod c zadnji stupac) variraju od 24,3 (Hvar) do 38,3 (Požega) s razlikom od 14 ⁰. Raspored ekstremnih mjeseč-

TABLICA 36. — Apsolutni ekstremi temperature.*

a) apsolutna maksima

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina	Amplituda
Crikvenica	19,0*	19,0*	25,8	28,6	31,4	34,7	39,0	**39,2**	35,0	28,4	24,0	19,0*	39,2	20,2
Hvar	17,1*	20,0	22,6	25,4	33,3	33,8	36,3	**37,4**	34,4	30,0	23,4	19,4	37,4	20,3
Ravna Gora	11,8*	16,5	19,6	23,7	27,0	**34,4**	32,0	32,0	27,5	24,4	20,9	15,0	34,4	22,6
Zagreb-Grič	17,4*	19,9	24,2	28,0	34,3	37,0	**37,6**	36,7	31,5	31,0	22,5	17,9	37,6	20,2
Sljeme	11,0	16,2	20,6	22,0	27,0	28,0	**30,6**	30,0	26,5	22,0	15,2	10,6*	30,6	20,0
Čakovac	14,6*	17,4	24,0	25,8	31,6	33,6	**35,3**	34,5	31,0	27,6	20,6	14,6	35,3	20,7
Požega	20,0	22,4	26,6	35,0	36,0	38,0	37,0	**38,4**	34,0	31,3	22,9	18,2*	38,4	20,2
Sarajevo	14,4*	20,0	22,9	27,0	30,7	34,8	35,0	**35,2**	33,4	27,1	22,0	15,8	35,2	20,8
Mostar	17,9*	22,6	27,2	31,1	35,5	37,2	**46,2**	43,0	43,1	32,9	23,9	18,8	46,2	28,3
Bjelašnica	6,5	7,6	5,4*	9,3	16,7	**24,8**	22,0	21,1	19,8	14,8	11,4	7,0	24,8	19,4

b) apsolutna minima

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina	Amplituda
Crikvenica	— 9,8	—14,0*	— 5,0	— 1,0	1,6	6,7	**10,3**	10,2	4,0	— 1,0	— 7,0	— 7,0	—14,0	24,3
Hvar	— 7,2*	— 4,0	— 3,2	2,0	7,2	10,5	**15,0**	14,2	9,5	2,9	— 3,0	— 2,5	— 7,2	22,2
Ravna Gora	—25,6	—32,0*	—20,6	—12,3	— 6,0	—2,3	**1,3**	0,7	— 4,2	—13,2	—16,0	—25,7	—32,0	33,3
Zagreb-Grič	—21,5	—21,7*	—16,8	— 1,9	0,9	4,6	**8,7**	7,3	0,9	— 6,0	—10,6	—19,0	—21,7	30,4
Sljeme	—19,8*	—18,6	—16,4	— 6,8	— 3,4	2,0	**5,8**	5,4	— 1,0	— 8,4	—13,8	—19,0	—19,8	25,6
Čakovac	—23,6	—21,2	—17,2	— 2,6	2,0	8,2	**10,2**	8,8	0,3	— 3,0	—15,2	—24,8*	—24,8	35,0
Požega	—28,6	- 29,2*	—21,4	— 3,1	1,3	6,0	**10,6**	8,9	0,8	—10,2	—12,6	—22,5	—29,2	39,8
Sarajevo	—26,0*	—22,8	—18,5	— 5,9	— 1,8	2,4	**6,5**	3,4	— 1,8	— 5,9	—13,3	—17,9	—26,0	32,5
Mostar	— 9,0*	— 8,4	— 5,9	— 1,0	3,9	9,1	**10,0**	9,7	6,4	— 0,2	— 5,0	— 5,3	— 9,0	19,0
Bjelašnica	—33,6*	—30,0	—26,4	—19,0	—10,5	—4,3	—2,8	**—2,7**	—10,6	—11,3	—22,4	—23,0	—33,6	30,9

c) razlike apsolutnih maksima i minima

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina	god. prosj.
Crikvenica	28,8	**33,0**	30,8	29,6	29,8	28,0	28,7	29,0	31,0	29,4	31,0	26,0*	53,2	29,6
Hvar	24,3	24,0	25,8	23,4	26,1	23,3	21,3*	23,2	24,9	**27,1**	26,4	21,9*	44,6	24,3
Ravna Gora	37,4	**48,5**	40,5	36,0	33,0	36,7	30,7*	31,3	31,7	37,6	36,9	40,7	66,4	36,8
Zagreb-Grič	38,9	**41,6**	41,0	29,9	33,4	32,4	28,9*	29,4	30,6	37,0	33,1	36,9	59,3	34,4
Sljeme	30,8	34,8	**37,0**	28,8	30,4	26,0	24,8	24,6*	27,5	30,4	29,0	29,6	50,4	29,5
Čakovac	38,2	38,6	**41,2**	28,4	29,6	25,4	25,1*	25,7	30,7	30,6	35,8	39,4	60,1	32,4
Požega	48,6	**51,6**	48,0	38,1	34,7	32,0	26,4*	29,5	33,2	41,5	35,5	40,7	67,6	38,3
Sarajevo	40,4	**42,8**	41,4	32,9	32,5	32,4	28,5*	31,8	35,2	33,0	35,3	33,7	61,2	35,0
Mostar	26,9	31,0	33,1	32,1	31,6	28,1	36,2	33,3	**36,7**	33,1	28,9	24,1*	55,2	31,3
Bjelašnica	**40,1**	37,6	31,8	28,3	27,2	29,1	24,8	23,8*	30,4	26,1	33,8	30,0	58,4	30,3

nih kolebanja u godišnjem hodu pokazuje dosta znatan rasap, a njihovi položaji svakako su uvjetovani klimatskim osobinama pojedinih postaja.

Kolebanje *godišnjih* apsolutnih ekstrema je naravno još znatno veće od mjesečnih kolebanja (vidi tablicu 36. pod c predzadnji stupac); širina opsega ovoga elementa za 10 postaja iznosi 23 ⁰ C (Požega 67,6, Hvar 44,6).

Razlika najvišeg godišnjeg maksimuma, koji ima postaja Mostar (46,2), i najnižeg minimuma (Bjelašnica —33,6) iznosi 79,8 t. j. okruglo 80 ⁰ C. *To je približno veličina cijelog intervala, u kojem se kretala temperatura u našoj državi u razdoblju vremena, iz kojega su podatci.* S time u savezu treba istaknuti, da apsolutna maksima temperature prelaze +40 ⁰ češće samo u Hercegovini, a sporadično i u manjoj mjeri gdjegdje u Primorju i u nekim nižim predjelima istočnog dijela države (Osijek 41,5 ⁰, 24. VIII. 1911. u razdoblju 1882—1931). — Naprotiv se čini, da apsolutna minima ne padaju ispod —35 ⁰ C. — Po tome se vidi, da apsolutni maksimum temperature našega područja obuhvata za okruglo 10 ⁰ C veći interval *nad ništicom* nego apsolutni minimum *ispod ništice.* — Usporedba sa područjem ekstremno kontinentalne klime (istočna Sibirija) pokazuje, da doseg naših apsolutnih maksimuma temperature ne prekoračuje baš mnogo sibirska mjesta, koja imaju razmjerno vrlo toplo ljeto, ali zato apsolutni minimum naših krajeva zaostaje za njima znatno (Jakutsk, u 32 godine: aps. maks. 38,8; aps. min. —64,4 ⁰ C).

* Podatci su iz analognih razdoblja kao u tablici 35.: Hvar iz razdoblja 1858—1918. — Požega, terminski ekstremi.

Postaja	Crikvenica	Hvar	Ravna Gora	Zagreb-Grič	Sljeme
apsolutni maksimum	39,2	37,4	34,4	37,6	30.6
datum	17. VIII. 1892	24. VIII. 1881	28. VI. 1935	22. VII. 1939	18. VII. 1904
apsolutni minimun	— 14,0	— 7,2	— 32,0	— 21,7	— 19,8
datum	11. i 12. II. 1929	5. I. 1876	15. II. 1932	15. II. 1940	13. I. 1893

Postaja	Čakovac	Požega	Sarajevo	Mostar	Bjelašnica
apsolutni maksimum	35,3	38,4	35,2	46,2	24,8
datum	21. VII. 1886	11. VIII. 1921	31. VIII. 1901	31. VII. 1901	29. VI. 1898
apsolutni minimum	— 24,8	— 29,2	— 26,0	— 9,0	— 33,6
datum	29. XII. 1890	14. II. 1932	15. I. 1893	23. I. 1907	2. I. 1905

U našem Primorju širina intervala znatno je manja, što se vidi donekle po godišnjem kolebanju Crikvenice i Hvara (53,2 i 44,6). — Ako se uzme, da u nižem Primorju temperatura ne pada ispod —20 ⁰ C, a ne prelazi mnogo +40 ⁰ C, bila bi širina opsega od 60 ⁰ C za okruglo 20 ⁰ C manja od širine intervala za cijelu državu.

LITERATURA:

1. Alt E.: Klimakunde von Mittel- und Südeuropa, Berlin 1932.
2. Biel E.: Das Klima Dalmatiens, Geogr. Anzeiger 1929.
3. Goldberg J.: Uzdužni i poprečni klimatski profil u našem primorju (Medic. bibliot. sv. 75—78) Zagreb, 1940.
4. Klein R.: Klimatographie von Steiermark (Klimatographie von Österreich III), Wien, 1909.
5. Kovačević M.: Tipovi vremena na istočnom Jadranu i neke osobine temperature (Medic. bibliot. sv. 75—78) Zagreb, 1940.
6. Moscheles J.: Das Klima von Bosnien und Hercegovina, Sarajevo, 1918.
7. Škreb S.: Die Monatsmittel meteorologischer Elemente in Zagreb und ihre Veränderlichkeit I. (Hrvatski geogr. glasnik br. 1), Zagreb, 1929.
8. Trabert W.: Isothermen von Österreich (Denkschrift d. Akad. des Wiss. Bd. 73), Wien, 1901.
9. Vujević P.: O podneblju Hvara (Glasnik Geogr. društva sv. 13.), Beograd, 1927.
10. Vujević P.: Uticaj okolnih mora na temperaturne prilike Balkanskog poluostrva. Glasnik Srp. geogr. društva, Beograd, 1912.

VI. VLAGA U ZRAKU

Hermenegildo Juričić

Pod vlagom razumijevaju se ovdje u širem smislu vodena para u našem zračnom prostoru i svojstva, što mu ih ona daje, a u užem smislu samo t. zv. relativna vlaga. Dok je apsolutna vlaga u gramima izražena množina vodene pare u kubnom metru zračnog prostora, relativna je vlaga u postotcima izraženi stupanj, do kojeg je zračni prostor zasićen parom. Najobičnije se množina vlage mjeri i izrazuje tlakom vodene pare u mm žive. Kod običnih temperatura (otprilike između 0 ° i 30 ° C) mogu se podatci tlaka pare u mm čitati kao da su to podatci apsolutne vlage u gramima po kubnom metru, a da se time ne čini znatnija pogreška.

Vlaga je pored topline jedan od najsudbonosnijih prirodnih čimbenika za sva živa stvorenja. a djeluje i na t. zv. neživu prirodu. Vlazi se ne mogu oteti ni biljke, ni životinje, a ni sam čovjek. Napose je jak utjecaj vlage na rast bilja, a po tom i na prehranu životinja i ljudi i na sve, što je s tim u vezi. Postanak magle, oblaka, kiše, rose, mraza i drugih oborina ovisi u prvom redu o relativnoj vlazi. Danas je poznato, da mnoga mjesta, koja nemaju dosta kiše ne oskudijevaju na njoj zbog nedostatka vodene pare u zraku, nego zbog toga, što su tu uvjeti za tvorbu oborina nepovoljni, napose zato što je tu temperatura previsoka, a po tom relativna vlaga preniska, pa usprkos znatnoj množini pare ne dolazi do kondenzacije, nema oborina i vlada suša. O relativnoj vlazi ovisi i rad naše kože, pa i zdravlje i raspoloženje čovjeka i njegova radna sposobnost. Za normalni rad pluća relativna vlaga treba da je između 40 i 75%. Ako je vlaga u zraku veća, znojenje i isparivanje kože je

oteščano, time se remeti pravilno reguliranje tjelesne topline, pa se javlja neugodni osjećaj sparine. Lakše ili teže podnošenje vrlo niskih i vrlo visokih temperatura ovisi osim o jačini vjetra u velikoj mjeri i o relativnoj vlazi. Stoga se kod higijeničara i liječnika javlja u novije doba sve glasnije želja i zahtjev, da se vlazi obrati što veća pažnja. A da se za vlagu zanimaju već odavna agronomi i hidrotehničari, pa biolozi, botaničari, šumari i drugi srodni im stručnjaci, posve je razumljivo, kad se znade, da o vlazi ovisi i vodostaj rijeka i razina vode podzemnice i kišnost, a u velikoj mjeri i sve ono, što se zove lijepo i ružno vrijeme i što djeluje na zdrav i na bolestan organizam. Suvremena meteorologija u sve većoj mjeri prodire u visoke zračne slojeve istražujući ih i za svrhe čiste znanosti i za svrhe zrakoplovstva, pa i tu ima vlaga posebno značenje i veliku važnost.

U ovom prikazu nastojat ćemo u najkraćim potezima odgovoriti na dva glavna pitanja: Kolika je prosječna vlaga i kolik je prosječni tlak pare na raznim mjestima u Hrvatskoj, te kako se te dvije veličine mijenjaju u toku jedne prosječne godine. Da se dobiveni rezultati uzmognu što bolje prikazati, nacrtane su »izohigre«, t. j. crte koje spajaju mjesta jednake vlage, i to godišnje izohigre za relativnu vlagu (sl. 23.) te izohigre za tlak vodene pare (sl. 28.). U Zagrebu, na Griču, vlaga se mjeri sustavno već oko 80 godina, ali i na drugim mjestima na našem narodnom tlu ima priličan broj postaja, koje mjere vlagu i po nekoliko desetaka godina. Za ovaj prikaz upotrebljeno je oko 50 postaja iz Hrvatske i oko 50 postaja iz njezina bližeg susjedstva, i to ponajviše desetak godišta od svake od tih postaja. Većinom su to godine 1901. do 1910. i 1928. do 1937., ali su se kod nekih postaja morala uzeti i druga razdoblja. Za predstavnike različitih u pogledu vlage važnih područja Hrvatske odabrano je 20 postaja. Njihovi se podatci u obliku srednjaka nalaze u tablicama 37. i 39.

Napominjemo prvo, da ova građa ne predstavlja vlagu u neposrednoj blizini tla ili u tlu kao ni stanje vlage u višim slojevima atmosfere, nego vlagu u visini naših redovitih motrilišta, i drugo, da se izrazi »suh« i »vlažan« odnose samo na vlagu u zraku.

1. RELATIVNA VLAGA

a) Godišnji horizontalni raspored relativne vlage

Da opisivanje i grafičko predočivanje naše vlage bude što jednostavnije, poslužit ćemo se velikim stupnjevima jedne pomoćne ljestvice za relativnu vlagu. Kazat ćemo, da je vlaga *osrednja* (o), kad iznosi 70 do 75%. Kad je viša od 75%, može biti *nadosrednja* (no), i to ako dolazi do 80%, *visoka* (v), ako dolazi do 85%, i *jako visoka* (jv), ako je iznad 85%. Kad je niža od 70%, može biti *jako niska* (jn), i to ako je ispod 45%, *niska* (n), ako je ispod 65%, i

TABLICA 37. — Godišnji hod relativne vlage (za 20 odabranih postaja)

Postaja	Broj god.	Koje godine	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. vrijed.	God. ampl.
Banja Luka	10	1901—10	82	81	76	*72*	74	75	73	73	81	**85**	83	**85**	78	13
Bjelašnica	10	1901—10	84	86	*80*	**89**	86	88	83	78	84	**89**	**89**	88	86	11
Bjelovar	11	1899—10	81	78	73	*69*	71	72	71	72	79	82	**83**	**83**	76	14
Brod na Savi	10	1928—37	92	88	86	83	83	82	*78*	83	84	89	92	**94**	86	16
Crikvenica	10	1928—37	72	67	70	72	71	67	*64*	66	70	**74**	**77**	74	70	13
Čakovac	9	1929—37	88	85	83	79	80	78	*77*	80	83	87	**90**	**90**	84	13
Gospić	10	1928—37	85	80	80	78	77	75	*70*	73	79	85	**89**	87	80	19
Gruž	(10)*	Biel, Klima Dalmacije	*(57)*	59	61	63	63	63	59	*(58)*	61	**67**	61	63	61	(10)
Hrv. Mitrovica	10	1928—37	90	87	81	77	76	77	*72*	76	79	84	88	**91**	81	19
Hvar	10	1901—10	64	67	65	67	68	67	62	*61*	67	**73**	68	71	67	12
Livno	8	1893—02 s prekidom	**82**	80	78	72	72	72	67	*66*	73	79	79	**82**	75	16
Mostar	10	1901—10	59	63	59	60	58	58	51	*50*	60	**68**	63	67	60	18
Osijek	10	1928—37	89	83	80	78	77	75	*71*	76	80	85	89	**90**	81	19
Petrovaradin	10	1928—37	85	79	77	72	72	70	*63*	68	70	78	85	**88**	75	25
Požega	10	1928—37	90	86	85	82	81	79	*76*	80	83	88	90	**91**	84	15
Ravna Gora	10	1928—37	90	85	85	83	82	79	*78*	80	85	88	**91**	**91**	85	13
Sarajevo	10	1901—10	79	75	70	*67*	68	73	70	*67*	72	78	77	**80**	73	13
Topusko	10	1928—37	90	85	83	79	80	79	*76*	80	85	88	91	**92**	84	16
Travnik	11	1899—10 bez 1901	80	82	78	74	*72*	75	75	73	78	82	84	**84**	78	12
Zagreb-Borongaj	10	1928—37	91	86	84	80	78	78	*75*	79	82	88	91	**93**	84	18
Hrvatska	prosjek		81	79	77	75	74	74	*70*	72	77	82	83	**84**	77	14

* Brojevi u zagradama nisu pouzdani.

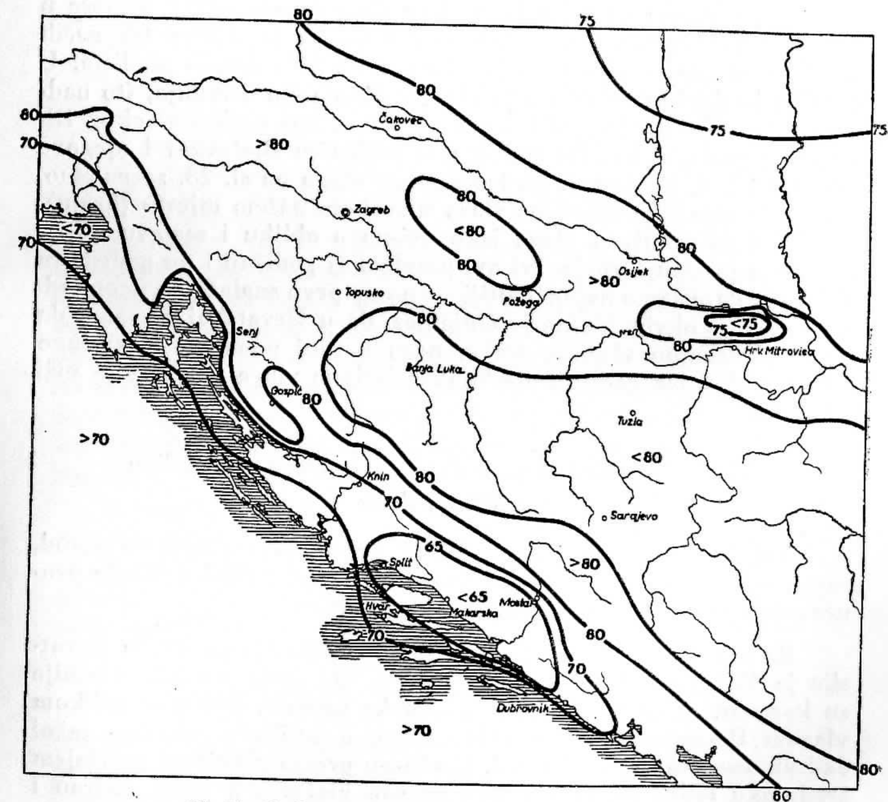
Za Zagreb je uzeta postaja Borongaj, jer je ona u pogledu vlage vjerniji predstavnik Zagreba. Grič se nalazi na brežuljku u središtu najjače izgrađenog dijela gradskog područja, pa je njegova vlaga znatno drukčija od vlage njegove šire okoline.

TABLICA 38. — Godišnji hod relativne vlage u cijeloj Hrvatskoj i u velikim područjima.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. vr.
Kontinentalni dio Hrv.	86	82	80	77	76	77	*73*	75	80	84	87	**88**	81
Prosjek Hrvatske	81	79	77	75	74	74	*70*	72	77	82	83	**84**	77
Maritimni dio Hrv.	63	64	64	65	65	64	*59*	*59*	65	**71**	67	69	65

dosta niska (dn), ako je ispod 70%. Ovih sedam velikih stupnjeva po toj pomoćnoj ljestvici uglavnom je dovoljno za sve naše slučajeve.

Iz tablice 38. vidi se, da je godišnji prosjek relativne vlage u Hrvatskoj kao cjelini 77%, za kontinentalni dio 81%, a za maritimni dio 65%. Po velikim stupnjevima naše pomoćne ljestvice vlaga je u Hrvatskoj kao cjelini nadosrednja, u kontinentalnom dijelu visoka, a u maritimnom dosta niska.



Sl. 23. Godišnje izohigre za relativnu vlagu

Kad se pomnije promotre godišnje izohigre za relativnu vlagu (sl. 23.), nalazi se, da je vlaga u raznim krajevima u usporedbi s prosječnom vlagom za čitavo područje Hrvatske uglavnom ovakva:

Vlažniji od tog prosjeka je zrak u poriječju Save, Dunava i Drave te u visokom Dinarskom gorju. U pojedinim mjestima zrak je jako vlažan (vlaga jako visoka), na pr. na Bjelašnici, u Ravnoj Gori, u Brodu na Savi, ali vlage s godišnjim prosjekom preko 90% u Hrvatskoj nema. Suši od prosjeka je zrak u maritimnom dijelu Hrvatske, koji se prostire otprilike do velikog dinarskog razvođa, a suši je i u području Fruške gore. Suhoćom se ističe zrak u području trokuta, kome su vrhovi Mostar, Vrgorac i Ston, dakle u području oko donjeg toka Neretve. Dosta je suh i pojas, koji obuhvata svu našu morsku obalu i otočje, na sjeveru Crikvenicu, na jugu Hvar, Dubrovnik i sva druga istaknuta primorska mjesta. Relativna vlaga odnosno suhoća zraka čitavog našeg Primorja, a osobito tih najsuših dijelova, ne zaostaje nimalo za t. zv. Zapadnom rivijerom (Rivijera di Ponente) ni za drugim mjestima, koja su kao na pr. Atena na svjetskom glasu zbog suhoće zraka, napose u zimskim mjesecima. Ta suhoća zraka velika je odlika tih naših krajeva sa zdravstvenog, turističkog, a i s više drugih gledišta. U ostalim krajevima relativna je vlaga većinom što osrednja, što nadosrednja, tako na južnoj i na sjevernoj strani podno visokog Dinarskog gorja, u krškim poljima, u području Bjelovara i njegove okolice i t. d. Pogledom na izohigre za vlagu na sl. 23. saznajemo, kolika je otprilike relativna vlaga u svakom našem mjestu (kraju). No kako je relativna vlaga jako ovisna o obliku i sastavu tla te o smjeru pružanja gorja, svi ovi pregledi (i godišnji i po godišnjim dobima) daju samo najopćenitiji — no za prvo snalaženje neophodno nužni — okvir. Važna je činjenica, da u Hrvatskoj ne samo da nema ekstremno vlažnog zraka, nego u njoj nema ni ekstremno suhog zraka, jer godišnji srednjak relativne vlage nije nigdje niži od 40%.

b) Horizontalni raspored relativne vlage u pojedina godišnja doba

Taj je uglavnom jednak kao i prosječni godišnji raspored, samo što svako godišnje doba ostaje na svojoj razini. Potanje proučavanje tih rasporeda dalo je ovaj rezultat:

Z i m i (u s i j e č n j u): Prosjek siječnja za čitavu Hrvatsku je 81% (relativna vlaga je visoka). Od ovog prosjeka vlažnije su kopnene, a suše morske i primorske postaje. Ističu se velikom vlagom Posavina i zapadna Hrvatska, a velikom suhoćom južni Jadran, osobito Mostar i Gruž. U odnosu prema vlastitom godišnjem srednjaku ističe se Srijem kao znatno vlažniji, a južni Jadran i Bjelašnica kao dosta suši.

U p r o l j e ć e (u t r a v n j u): Prosjek travnja za čitavu Hrvatsku je 75% (relativna vlaga je osrednja). Iznad ovog prosjeka su zapad i sjeveroistok (osim Srijema) te Bjelašnica, a sve ostalo je ispod prosjeka. Dok je u siječnju bio suši od godišnjeg prosjeka Hrvatske samo maritimni dio, u travnju su već suši od tog prosjeka svi naši krajevi osim zapadnih i sjeveroistočnih, te Bjelašnice. Od siječnja do travnja jako se osušio Bjelovar, dok su Hvar i Bjelašnica postali vlažniji, a i sve ostalo se osušilo, ali ne mnogo.

U siječnju je kopneni dio Hrvatske vlažniji, a morski dio suši, dok je u travnju obrnuto. U tom dolazi najvidnije do skupnog izražaja t. zv. proljetni porast, pojačanje vlage s mora, uglavnom do one iste crte, koja u siječnju dijeli suše primorsko područje od vlažnijeg kopnenog zaleđa, a vodi južno od Ravne Gore—Livna —Travnika i Sarajeva. Zanimljivo je, da je u travnju i Bjelašnica u skupu maritimnih postaja, u njoj je štaviše proljetni porast naročito velik. To govori u prilog shvaćanju, da je proljetni porast učinak onih zračnih struja, koje dolaze s daljih mora (sa Sredozemnog mora odnosno s Atlantskog oceana).

L j e t i (u s r p n j u): Prosjek srpnja za čitavu Hrvatsku je 70% (relativna vlaga je osrednja). I tu je Bjelašnica najvlažnija u cijeloj Hrvatskoj (83%). Ispod mjesečnog prosjeka za srpanj su sve primorske postaje, a i južno podgorje Dinarskog sustava (Livno). Suhoćom se ističe još i Petrovaradin, koji ljeti poprima stepski značaj. Osobito je suh u srpnju Mostar (51%).

J e s e n i (u l i s t o p a d u): Prosjek listopada za čitavu Hrvatsku je 82% (relativna vlaga je visoka). Jako su vlažni Bjelašnica, Brod na Savi i Požega, a vlažne su i ostale kopnene postaje. Ispod mjesečnog prosjeka za listopad su osim maritimnih postaja još Livno i Sarajevo, a i Srijem. U listopadu su sve postaje iznad vlastitog godišnjeg prosjeka. Po odnosu prema mjesečnom srednjaku za prosjek Hrvatske Bjelašnica je u proljeće u skupu maritimnih, a u ostala godišnja doba u skupu kontinentalnih postaja.

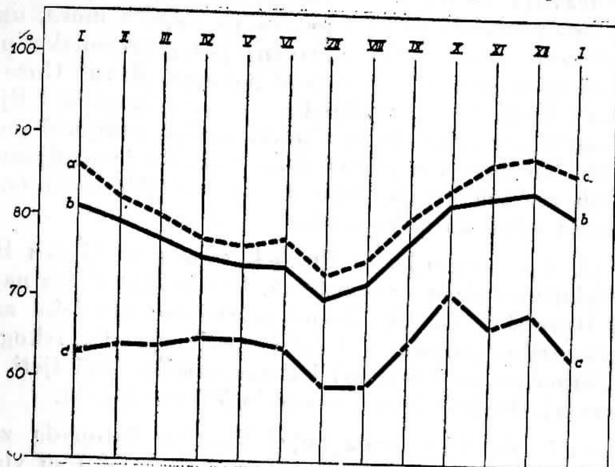
U pogledu vertikalnog rasporeda relativne vlage možemo reći, da se i relativna vlaga mijenja s visinom i uz gorje i u slobodnoj atmosferi. U prosjeku se relativna vlaga prvih par stotina metara (možda 4—600 m) iznad morske razine gotovo i ne mijenja ili nešto malo raste, a u većim visinama polako pada.

c) Godišnji hod relativne vlage po mjesecima

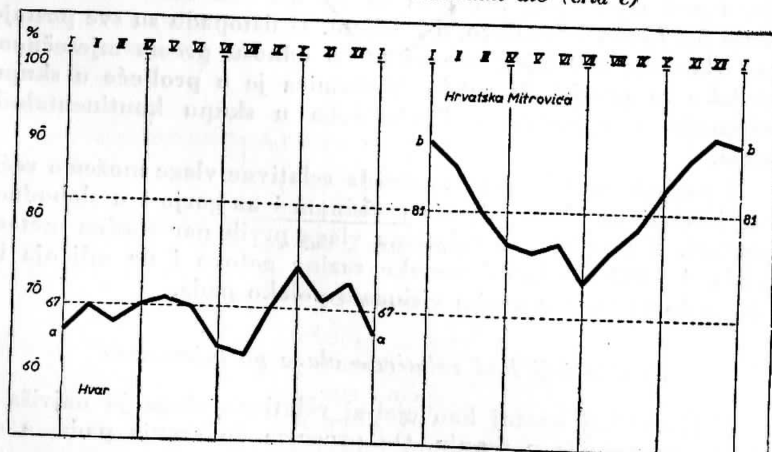
U Hrvatskoj uzetoj kao cjelini relativna vlaga je najviša u prosincu, a najniža u srpnju. Od prosinca do srpnja pada, a od srpnja do prosinca raste (v. tablice 37. i 38.).

Slikom 24. predočen je godišnji hod prosjeka Hrvatske i prosjeka njezina kontinentalnog i maritimnog dijela, a slikom 25. godišnji hod dviju tipičnih postaja Hvara i Hrvatske Mitrovice.

I oblik i položaj i amplituda krivulje godišnjeg hoda na Hvaru karakteristični su za našu maritimnu, a u Hrvatskoj Mitrovici za našu kontinentalnu postaju. Lako se razabire kod svih tih krivulja, da one doduše uglavnom padaju od prosinca do srpnja, ali ne jednoliko. Padanje je u proljeće usporeno, pa se opaža veći ili manji otklon od pravocrtnog mijenjanja, i to kao porast (proljetni porast) relativne vlage. Sliku i mjeru tog porasta daje površina omeđena krivuljom godišnjeg hoda i pravcem, koji spaja ožujak sa srpnjem.

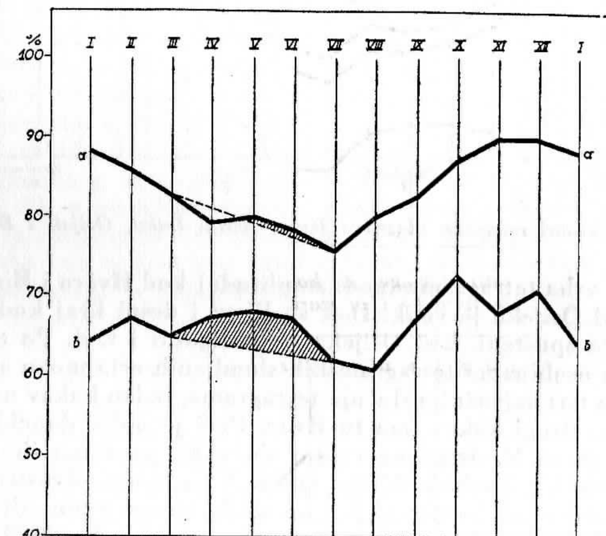


Sl. 24. Godišnji hod relativne vlage: za kontitentalni dio (crta a), za prosjek Hrvatske (crta b) i za maritimni dio (crta c)



Sl. 25. Godišnji hod relativne vlage za Hvar i Hrvatsku Mitrovicu

Tako predočeni proljetni porast pokazuje slika 26. Na njoj se vidi, da je na Hvaru proljetni porast vrlo velik, a u Čakovcu da gotovo iščezava. Najbrže se mijenja relativna vlaga u Hrvatskoj od kolovoza do listopada (tada dosta naglo raste). Ako se uzmu u obzir godišnji hodovi svih poznatih nam postaja u Hrvatskoj, dobiva se pravilo, koje se može izraziti uglavnom ovako: U Hrvatskoj je najčešće najsuši srpanj, rjeđe kolovoz, a vrlo rijetko koji drugi mjesec. U kolovozu imaju minimum relativne vlage postaje iz maritimnog dijela Hrvatske. Najvlažniji je najčešće prosinac, rjeđe studeni, još rjeđe listopad, a u druge mjesece pada samo koji taj višestruki maksimum, na pr. jedan maksimum relativne vlage pada na Bjelašnici u travanj, jedan u Livnu u siječanj. Maksimum pada kod maritimnih postaja većinom u listopad. Minimum i maksimum ne znače ovdje ni apsolutni ni terminski ekstrem, nego najmanji odnosno najveći mjesečni srednjak. Naravno da će, bar u pravilu, i ekstremi padati u te iste mjesece ili ne daleko od njih.

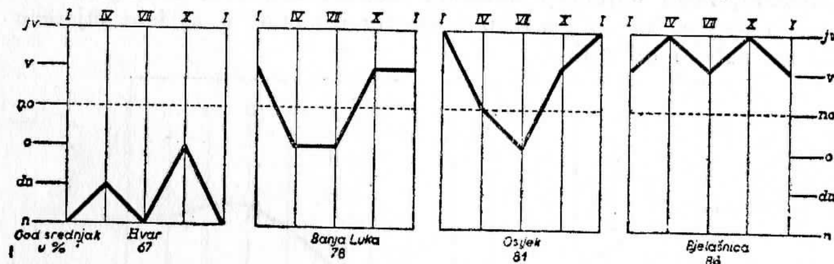


Sl. 26. Proljetni porast relativne vlage u Čakovcu (a) i Hvaru (b)

d) Godišnji hod relativne vlage u pojedina godišnja doba

Taj hod određuju srednjaci za pojedina godišnja doba, ali se on može mnogo jednostavnije prikazati pomoću četiri karakteristična mjeseca. Za zimu uzimljemo siječanj, za proljeće travanj, za ljeto srpanj i za jesen listopad. Zbog daljeg pojednostavnjenja relativnu vlagu izrazujemo u velikim stupnjevima naše prije spomenute pomoćne ljestvice. Takav godišnji hod po četiri karakteristična mjeseca i s velikim stupnjevima zvat ćemo tetragramski go-

dišnji hod, a slomljenu crtu, kojom ćemo ga grafički predočivati, zvat ćemo tetragram relativne vlage. Predočimo li na taj način godišnji hod relativne vlage za razne postaje, dobivamo slomljene crte vrlo različita oblika. U slici 27., na kojoj su tetragrami relativne vlage za četiri odabrane postaje, nije teško razabrati, da se oni međusobno znatno razlikuju. Godišnji srednjak za Hrvatsku kao cjelinu je nadosrednji (no), a predočuje ga točkana srednjica u sva četiri tetragrama. Po obliku se podudara tetragram za Hrvatsku kao cjelinu posvema s tetragramom za Banju Luku, pa zato nije zasebno crtan. Na sl. 27. jasno se vidi, da je tetragram Hvara sav ispod godišnje srednjice za prosjek Hrvatske, dok je tetragram Bjelašnice sav iznad nje. Tetragram Banje Luke je podjednako iznad i ispod, a tetragram Osijeka je većim dijelom iznad godišnje srednjice za Hrvatsku. Dok je tetragram relativne vlage na Hvaru na vrlo niskoj razini, u Bjelašnici je na vrlo visokoj. Dok je razmak



Sl. 27. Tetragrami relativne vlage za Hvar, Banju Luku, Osijek i Bjelašnicu

od dna do vrha tetragrama (god. amplituda) kod Hvara i Bjelašnice malen, kod Osijeka je velik. Dok su lijevi i desni kraj kod Hvara i Bjelašnice spušteni, kod Osijeka su uzdignuti i t. d. Po obliku i po drugim osobinama tetragramskih slomljenih crta mogu se istaknuti dva za nas najvažnija slučaja tetragrama, jedan kakav na sl. 27. ima Osijek, drugi kakav ima tu Hvar. Prvi je oblik donekle nalik na veliko slovo V, drugi na veliko slovo M, pa ćemo ih po tom i zvati V-oblik i M-oblik ili tip. Oblik V (odnosno dvostruko W) znači u Hrvatskoj kontinentalni, a oblik M maritimni ili vrletni značaj postaje. Vrlet znači ovdje gorski greben s oko 2000 ili više metara nadmorske visine. Da li neki oblik tetragrama ima maritimni ili vrletni značaj, nije teško odlučiti, jer su im sasvim drukčije razine: kod maritimne je postaje razina vlage (t. j. njezin godišnji prosjek) niska, kod vrletne visoka. To se vrlo jasno vidi kod postaja Hvar i Bjelašnica.

Zemljovid s ucrtanim tetragramima relativne vlage za velik broj postaja pokazao bi među ostalim i to, da je pravi maritimni dio Hrvatske ograničen samo na vrlo uski pojas uz more (iako se utjecaj mora na neki način osjeća sve do krajnjih sjevernih granica Hrvatske).

e) Ekstremi i godišnja amplituda relativne vlage

Kod relativne vlage unaprijed je određena i najniža i najviša granica, jer te su 0% i 100%. Vlage manje od 5% ističu se i u svjetskoj književnosti kao rijetki slučajevi. Naprotiv je vlaga 100% dosta česta. Da se dobije bar neki uvid, do kojih se krajnjih granica diže i spušta relativna vlaga u Hrvatskoj, navest ćemo nekoliko primjera. U razdoblju od 10 godina (1901.—1910.) bila je u Zagrebu na Griču najniža autografom zabilježena vlaga, t. zv. apsolutni minimum relativne vlage 20%. Po terminskim podatcima (koji su mjereni u tri dnevna termina) bili su na toj postaji u tom razdoblju terminski minimum 24%, a terminski maksimum 100%. U istom razdoblju bio je u Crikvenici terminski minimum 18%, a maksimum 100%. U drugom razdoblju bio je na Bjelašnici terminski minimum 35%, maksimum 100%, a u Mostaru terminski minimum 8%, maksimum 90%. Apsolutni minimum bio je jamačno još koji postotak niži kao što je na Griču bio za 4% niži apsolutni minimum od terminskog. Minimum je prosječno (za ove postaje) oko 20%, dakle opseg cjelokupnog kolebanja iznosi oko 80%. Opaža se da se minimum znatno (oko dva puta) više udaljuje od godišnjeg srednjaka nego li maksimum, budući da su godišnji srednjaci u tim razdobljima bili: na Griču 75, u Crikvenici 71, na Bjelašnici 89, u Mostaru 54%.

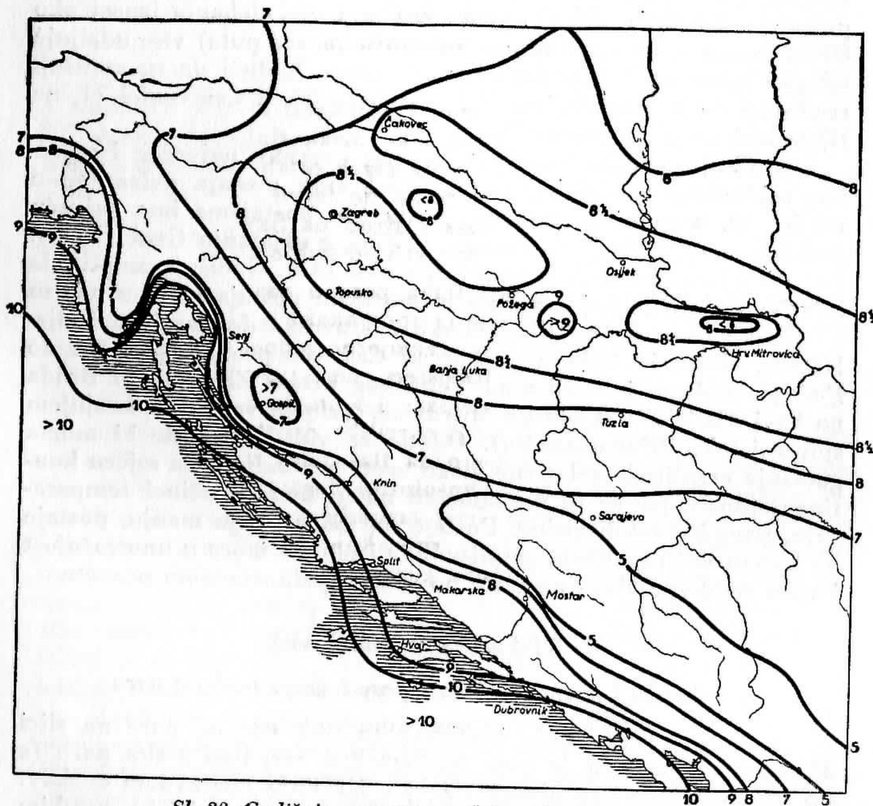
Godišnje amplitude relativne vlage (razlike najvećeg i najnižeg mjesečnog srednjaka) za 20 odabranih postaja nalaze se u tablici 39. u zadnjem stupcu. Među tim postajama ima najveću godišnju amplitudu Petrovaradin (25%), a najmanju Gruž (10%). Hrvatska kao cjelina ima amplitudu oko 14%. Godišnja amplituda relativne vlage je najmanja na primorskim postajama te u pojasu od Ravne Gore preko Banje Luke i Travnika do Sarajeva i Bjelašnice. Nešto je veća u pojasu od Čakovca preko Bjelovara do Požege, a dosta je velika od Topuskog preko Zagreba do Broda na Savi, Osijeka i Hrvatske Mitrovice. Vrlo je velika na krajnjem sjeveroistoku (Petrovaradin). Odatle se vidi, da se ne bi mogla godišnja amplituda relativne vlage uzeti bez daljega za mjeru kontinentalnosti, jer se tu na zamršen način križaju učinci temperature, pare i gorskih visina. Postaje na moru imaju manju, postaje na kopnu veću godišnju amplitudu, ali idući s mora u unutrašnjost kopna relativna vlaga ne raste po nekom jednostavnom pravilu.

2. TLAK VODENE PARE

a) Godišnji horizontalni raspored tlaka vodene pare

Potanje proučavanje izohigara za tlak vodene pare na slici 28. upućuje nas, da je god. horizontalni raspored tlaka pare (a po tom približno i apsolutne vlage) u Hrvatskoj uglavnom ovakav: U godišnjem prosjeku tlak pare je najmanji na najvišim gorskim

vrhovima (godišnji prosjek ispod 6). Gorski grebeni s preko 2000 m nadmorske visine, imaju godišnji prosjek i ispod 5. Brojevi znače tlak pare u mm žive, odnosno približno apsolutnu vlagu u gramima po kubnom metru. Nešto viši tlak pare imadu postaje u srednjim visinama (6 do 7); na obroncima i na području našeg visokog gorja nalazi se s južne i sa sjeverne strane pojas s dosta niskim tlakom (kojih 7 do 8). Toliko otprilike ima i Ličko, a vjerojatno i druga krška polja. Sjeverni krajevi Hrvatske imaju osrednji tlak (8 do 8,5 a uz Savu, Dunav i Dravu i do blizu 9). Mjesta, koja su još niže i bliže moru, imaju osrednji tlak (oko 8 do 10). Dok su tako mjesta s najnižim tlakom pare u zraku najviši gorski vrhunci, mjesta s najvišim tlakom nalaze se u južnom Primorju. Godišnji prosjek tlaka pare za čitavu Hrvatsku je oko 8 mm. Razumije se, da postaje na vrhovima osamljenih gora imadu zbog visine niži tlak od svoje okoline u nizini (na pr. Sljeme 6,4), a s jednakog razloga moramo očekivati, da će i u području visokog gorja biti postaja, u kojima će tlak pare biti dosta visok, ako nisu previsoko položene.



Sl. 28. Godišnje izonigre za tlak vodene pare

b) Horizontalni raspored tlaka pare u pojedina godišnja doba

I taj je raspored ovdje dan po karakterističnim mjesecima, a može se opisati uglavnom ovako:

Z i m i (u s i j e č n j u): Prosjek za cijelu Hrvatsku je jako nizak (3,8). Visoki gorski grebeni imaju izvanredno niski tlak (Bjelašnica 2,0), a sve kopnene postaje niski (5 do 6).

U p r o l j e ć e (u t r a v n j u): Prosjek čitave Hrvatske dosta je nizak (7,0). Jako nizak tlak pare imaju visoki gorski grebeni (3 do 5), nizak i ostalo visoko gorje i neke postaje kao Sarajevo, Travnik, Bjelovar (oko 5 do 7), dosta nizak morska obala i nisko tlo u sjevernoj Hrvatskoj (7 do 8). Tu se ističu samo Hvar i Brod na Savi (8 do 9) s tlakom pare većim od prosjeka za taj mjesec.

L j e t i (u s r p n j u): Prosjek čitave Hrvatske jako je visok (13,1). Visoki gorski grebeni imaju u srpnju dosta nizak tlak pare (Bjelašnica 7,2), ostalo visoko gorje visok (10 do 13), a sve ostale postaje na kopnu i na moru jako visok tlak pare (13 do 16).

J e s e n i (u l i s t o p a d u): Prosjek čitave Hrvatske je osrednji (8,3). Visoko gorje ima jako nizak tlak pare, nizak ima i Gorski Kotar (Ravna Gora), dosta nizak ostali planinski krajevi; osrednji tlak pare (7 do 8) ima nisko tlo (sjev. Hrvatska), a nadosrednji (9 do 10) morska obala i Brod na Savi, dok Hvar ima tada visok tlak pare (11,1), znatno viši od svih ostalih naših postaja.

O vertikalnom rasporedu tlaka pare u našim krajevima možemo uglavnom reći ono, što je iz opće nauke o vlazi poznato, t. j. da tlak pare s visinom pada po razmjerno jednostavnom pravilu i to nešto brže u slobodnoj atmosferi, nego uz gorje. Bjelašnica, koja ima godišnji prosjek tlaka pare 4,4, imala bi po tom pravilu, da je ta postaja na razini mora, otprilike dvostruku godišnju vrijednost, jer u visini od 2 km pada tlak pare na polovinu. Da u gorju pada tlak pare odnosno apsolutna vlaga s visinom nešto sporije nego u slobodnoj atmosferi, razumljivo je, kad se uvaži da gorje pojačava uzlazne zračne struje, koje dižu stanoviti dio pare s nižih u više slojeve uz obronke gorja.

c) Godišnji hod tlaka pare

Godišnji hod tlaka pare (v. tabl. 39. i 40., sl. 29.) je vrlo jednostavan. Minimum je u siječnju, maksimum u srpnju. Minimum pada u svim postajama u siječanj ili u veljaču, većim dijelom u siječanj, maksimum (osim rijetkih slučajeva) u srpanj. Od naših postaja najmanji mjesečni srednjak ima Bjelašnica, i to 2,0 u siječnju, a najveći mjesečni srednjak Dubrovnik 15,7 u kolovozu. Godišnji hod

TABLICA 39. — Godišnji hod tlaka vodene pare (za 20 odabranih postaja).

Postaja*	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. vrijed.**	God. amplituda
Banja Luka	3,7	4,3	5,4	7,0	10,0	12,4	13,4	12,9	10,8	8,7	5,8	5,0	8,3	9,7
Bjelašnica	2,0	2,3	2,6	3,5	4,9	6,5	7,2	7,0	6,0	4,9	3,3	2,8	4,4	5,2
Bjelovar	3,6	4,1	4,8	6,5	9,5	11,8	12,9	12,5	10,4	8,1	5,4	4,4	7,8	9,3
Brod na Savi	4,0	4,1	6,1	8,5	11,8	14,3	15,9	15,8	12,5	9,1	6,9	4,9	9,5	11,9
Crikvenica	5,1	4,5	6,1	7,9	10,5	12,8	14,4	14,2	12,0	9,2	7,5	5,5	9,1	9,9
Čakovac	3,7	3,7	5,5	7,3	10,7	12,8	14,4	13,7	11,3	8,2	6,1	4,4	8,6	10,7
Gospić	3,4	3,0	4,6	6,4	8,7	10,9	11,8	11,7	9,5	7,5	5,9	4,1	7,1	8,8
Gruž	(4,3)	3,9	5,8	7,3	9,0	12,7	14,5	13,7	11,8	9,7	7,7	6,0	8,9	(10,6)
Hrv. Mitrovica	4,0	3,9	5,6	7,7	10,8	13,5	14,7	14,3	11,6	8,9	6,7	4,7	8,9	10,8
Hvar	5,4	5,9	6,7	8,2	10,7	13,3	14,4	14,3	12,7	11,1	7,7	7,0	9,8	9,0
Livno	3,5	4,0	4,8	6,0	7,6	9,8	10,9	10,2	9,2	7,7	5,0	4,2	6,9	7,4
Mostar	3,8	4,6	5,2	6,7	9,0	11,4	12,1	11,3	10,5	9,0	6,0	5,4	7,9	8,3
Osijek	3,8	3,8	5,6	7,8	10,9	13,2	14,6	14,2	11,6	8,6	6,5	4,5	8,8	10,8
Petrovaradin	3,7	3,8	5,5	7,4	10,6	12,7	13,6	13,7	11,0	8,7	6,6	4,6	8,5	10,0
Požega	3,8	3,7	5,6	7,7	10,9	13,0	14,6	14,3	11,5	8,4	6,4	4,5	8,7	10,9
Ravna Gora	3,4	3,2	4,3	5,9	8,0	10,0	11,3	10,9	9,1	6,9	5,3	3,9	6,9	8,1
Sarajevo	3,1	3,7	4,4	5,7	8,0	10,1	11,0	10,5	8,9	7,5	4,9	4,4	6,8	7,9
Topusko	3,8	3,6	5,4	7,4	10,2	12,9	13,9	13,8	11,2	8,3	6,4	4,6	8,5	10,3
Travnik	3,5	4,2	5,0	6,5	8,8	10,7	12,1	11,7	9,6	7,8	5,5	4,4	7,5	8,6
Zagreb-Borongaj	3,9	3,9	5,6	7,6	10,2	12,6	14,0	13,8	11,8	8,5	6,3	4,7	8,6	10,1
Hrvatska (prosjek)	3,8	3,9	5,2	7,0	9,5	11,9	13,1	12,7	10,7	8,3	6,1	4,7	8,1	9,4

* Broj godina i koje godine isto kao u tablici 37.

** Godišnje vrijednosti su aritmetička sredina mjesečnih vrijednosti.

TABLICA 40. — Godišnji hod tlaka vodene pare u cijeloj Hrvatskoj i u velikim područjima.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. vr.
Kontinentalni dio Hrv.	3,6	3,7	5,1	6,8	9,5	11,7	**12,9**	12,5	10,4	8,0	5,8	4,4	7,9
Prosjek Hrvatske	3,8	3,9	5,2	7,0	9,5	11,9	**13,1**	12,7	10,7	8,3	6,1	4,7	8,1
Maritimni dio Hrv.	4,6	4,7	6,0	7,5	9,8	12,6	**13,9**	13,4	11,8	9,8	7,2	6,0	8,9

tlaka pare po godišnjim dobima ima u svim postajama uglavnom isti oblik, samo su godišnji srednjaci različiti, dakle različita prosječna razina. Na svim krivuljama godišnjeg hoda tlaka pare opaža se njihova glavna zajednička osobina: zimi je tlak pare najmanji, ljeti najveći, a po tom je i apsolutna vlaga zimi najmanja, ljeti najveća. Tlak pare, odnosno apsolutna vlaga raste i pada vrlo slično rastu i padanju temperature. Ta sličnost nije samo vanjske naravi, nego je tu uzročna veza, jer što je temperatura viša, to se više vode digne u obliku pare u zrak, naravno ako ima dovoljno vode, koja ishlapljuje. Oblik godišnjeg hoda tlaka pare ostaje u nizini i u visini u svim mjestima našeg sjevernog umjerenog pojasa uglavnom isti.

d) Ekstremi i godišnja amplituda tlaka pare

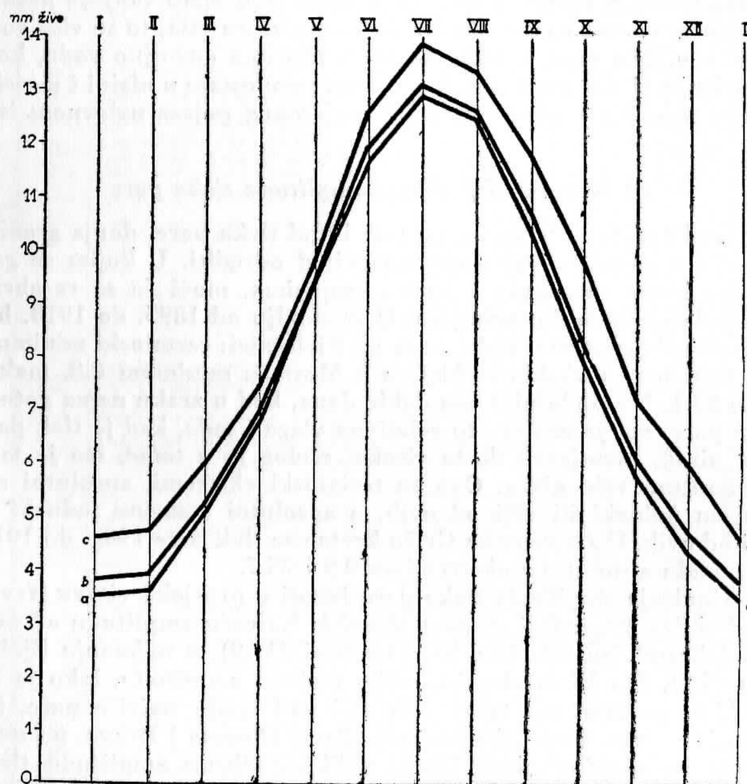
Kod apsolutne vlage, a po tom i kod tlaka pare, donja granica je nula, a gornja se ne može unaprijed odrediti. U kojim se granicama kreće tlak pare u našim krajevima, moći će se razabrati iz slijedećih nekoliko primjera. U razdoblju od 1895. do 1913. bili su terminski ekstremi tlaka pare na Bjelašnici: terminski minimum 0,1, terminski maksimum 14,1, a u Mostaru minimum 0,8, maksimum 23,1. Na Bjelašnici ima dakle dana, kad u zraku nema gotovo ništa pare. Što je uza sve to relativna vlaga i tada, kad je tlak pare tako nizak, razmjerno dosta visoka, razlog je u tome, što je tada temperatura vrlo niska. Ovo su terminski ekstremi, apsolutni minimi su jednaki ili niži od ovih, a apsolutni maksimi jednaki ili veći od ovih. U Zagrebu na Griču kretao se tlak pare 1901. do 1910. god. među apsolutnim ekstremima 0,9 i 25,7.

Godišnja amplituda tlaka pare iznosi u prosjeku čitave Hrvatske (tablica 39. zadnji stupac) oko 9,4. Najveću amplitudu od svih 20 odabranih postaja ima Brod na Savi (11,9), a najmanju Bjelašnica (5,2). Što Bjelašnica ima tako malenu amplitudu, lako je razumljivo po tom, što takvi vrhovi, i kad imaju najviše pare, nemaju je mnogo. Naprotiv poriječje Save, Dunava i Drave, pa neka mjesta na morskoj obali, imaju veliku godišnju amplitudu tlaka pare. Može se reći, da u glavnim potezima vrijedi pravilo: Gdje je kopnena Hrvatska ravna, tamo je i godišnja amplituda tlaka pare veća, a gdje je planina, tamo je amplituda manja, morski pak dio

Hrvatske ima godišnju amplitudu tlaka pare veću na sjeveru i na jugu, a manju u sredini. Gotovo isto takvo je i godišnje kolebanje apsolutne vlage.

3. MARITIMNOST I KONTINENTALNOST HRVATSKIH KRAJEVA PO VLAZI U ZRAKU

Veličina proljetnog porasta mijenja se kod relativne vlage i kod tlaka pare dosta pravilno idući s mora u unutrašnjost kopna, pa se i ta veličina može upotrebiti za određivanje maritimnosti (odnosno kontinentalnosti) neke postaje. I ona veličina, koja se dobije, kad se od srednjaka relativne vlage za siječanj odbije godišnji srednjak relativne vlage, može također poslužiti za određivanje maritimnosti, a osim toga odaje ta veličina dosta dobro i nadmorsku visinu postaje, pa je zbog toga u stanovitom pogledu značajnija i od toliko upotrebljavane godišnje amplitude. Potanjim



Sl. 29. Godišnji hod tlaka pare za kontinentalni dio (crta a), za prosjek Hrvatske (crta b) i za maritimni dio (crta c).

proučavanjem tih i drugih t. zv. karakterističnih konstanata vlage doznajemo, kakav je sudeći po vlazi naš hrvatski zračni prostor. Možemo reći, da je, bar koliko se vlage tiče, taj prostor podijeljen u dva dijela crtom međašnicom, koja dolazi sa zapada, počevši nešto malo sjevernije od Gorice, prolazi između Ravne Gore i Crikvenice te između Senja i Sv. Mihovila nad Senjom i ide južnim obronkom Velebita, kod Zrmanje zalazi dublje u kopno i prolazi posred razmaka Sinj i Livno, da se ispod Čvrsnice i Prenja, a iznad Mostara spusti prema moru do oko Skadra. Ta crta može se smatrati glavnim međašem maritimnog i kontinentalnog režima vlage u Hrvatskoj. Osim tog međaša, koji ide velikim razvođem uzduž našeg visokog gorja, jamačno postoje još dva dosta dobro određena međaša među našim morskim i kopnenim zračnim režimom: jedan bi se uglavnom podudarao s granicom masline, a drugi bi išao prugom, koja je usporedna s vanjskim rubom istočnog jadranskog otočja i udaljena od njeg kojih 200 do 300 km.

Hrvatska se po vlazi nalazi u području vrijednosti, koje nijesu ni ekstremno niske ni ekstremno visoke. Možemo reći da su prilike vlage u Hrvatskoj za potrebe zdravstva, gospodarstva i mnogih drugih grana našeg narodnog života vrlo povoljne.

VII. NAOBLAKA I SIJANJE SUNCA

Dr Josip Letnik

Tok vremena, sve ono, što u običnom životu zovemo lijepim i ružnim vremenom, osobito se očituje u naoblaci. No naoblaka je čimbenik klime i svojim utjecajem na promet topline u zraku, jer oblaci zaustavljaju Sunčeve zrake i time sprečavaju grijanje tla i atmosfere, a zaustavljaju i toplinske zrake, koje izžaruje ugrijano tlo. Tako naoblaka ravna količinama topline, koje Zemlja prima i gubi.

Na postajama za klimatska motrenja ustanovljuje se tri puta dnevno (7^h, 14^h, 21^h) količina naoblake na taj način, da motritelj ocijeni, koliko je desetina neba zastrto oblacima. Potpuna je vedrina prema tome označena sa 0, potpuno zastrto nebo sa 10, a ako je nebo samo djelomice zastrto, onda će motritelj zamisliti sve oblake, koje vidi, sabrane u jedan veliki oblak, ocijeniti, koliko bi desetina neba pokrio ovaj veliki oblak, i prema tome naoblaku označiti brojevima 1 do 9. Tako dobivamo svega *11 stupnjeva naoblake* (0 do 10). Kod mjesečnih i godišnjih srednjaka uzimaju se u obzir i desetine razmaka ovih stupnjeva naoblake, t. j. stotnine neba. Ovakvo ocjenjivanje stupnja naoblake izloženo je pogrješkama iz raznih izvora, a osobito je velik utjecaj osobnih osobina i naklonosti motritelja.

U ovom prikazu naoblake upotrebljeni su podaci od 160 postaja, i to

20 postaja sa podatcima iz više nego 25 godina motrenja
50 postaja sa podatcima iz 15 do 25 godina motrenja
60 postaja sa podatcima iz 10 do 14 godina motrenja,

dok ostale postaje ulaze sa manje od 10 godina motrenja.

Iskorišćivanje raspoloživih podataka ograničeno je jednom posebnom prirodnom okolnošću: općenitim porastom naoblake, koji je nastao u našim krajevima ovamo od početka stoljeća. Takav porast zapažen je i u drugim dijelovima Evrope, a svodi se na promjenu klime uvjetovanu pojačanjem cirkulacije atmosfere u sjevernom umjerenom pojasu. Zbog ovog porasta godišnji su srednjaci naoblake iz posljednjih godina (1928.—1937.) mjestimice i za 1 stupanj naoblake veći od srednjaka iz početka stoljeća (1901.—1910.). Pri utvrđivanju raspodjele naoblake nije dakle bilo dozvoljeno uporedo upotrijebiti starije i novije podatke, kad razlika godišnjih srednjaka između naših najoblačnijih i najvedrijih krajeva iznosi svega oko 2 stupnja naoblake. Ovdje su uzeti za temelj horizontalne razdiobe naoblake stariji nizovi motrenja (poglavito iz perioda 1894.—1913.). To je učinjeno naročito s obzirom na Bosnu i Hercegovinu, gdje novijih podataka gotovo i nema. Noviji nizovi upotrebljeni su za nekoje sekularne postaje, a kod drugih kao nadopuna u onim pitanjima, gdje se radi samo o razlikama naoblake.

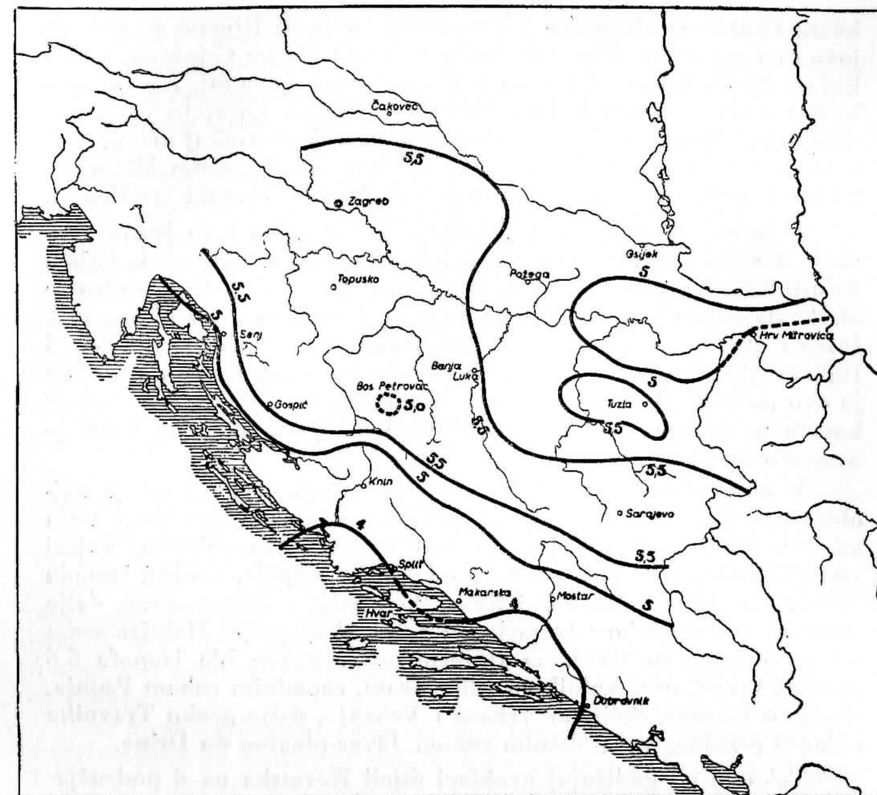
1. HORIZONTALNA RAZDIOBA NAOBLAKE

Cijela Hrvatska nalazi se u onom vedrijem dijelu Evrope, koji ima godišnju naoblaku manju od 6, a svojim najjužnijim dijelom spada ona u najvedrije krajeve Evrope. Sva se naoblaka Hrvatske uglavnom kreće između godišnjih vrijednosti 6 i 3,5. Srednja godišnja naoblaka cijelog našeg područja iznosi gotovo točno 5. Po istraživanjima o općoj razdiobi naoblake odgovara zemlji, koja ima i kopnenih i pomorskih dijelova, između 40. i 50. stupnja sjeverne širine srednja godišnja naoblaka 5,6. Naši su krajevi dakle vedriji, nego što bi ih išlo po zemljopisnoj širini.

Raznolikost naoblake je za tako malo područje vrlo velika; ta ona opsegom od 2,5 stupnja naoblake u godišnjem srednjaku iznosi gotovo polovicu opsega raznolikosti u cijeloj Evropi, gdje se godišnja naoblaka kreće između vrijednosti nešto preko 8 (zapadna Irska, Faröerski otoci) i nešto ispod 3 (Granada u južnoj Španjolskoj).

Po godišnjoj se naoblaci Hrvatska može prirodno razdijeliti na *dva glavna dijela* (sl. 30.):

Oblačniji dio s godišnjom naoblakom preko 5, s nebom dakle u prosjeku više nego poluoblačnim;



Sl. 30. Godišnje izonefe

Vedriji dio s godišnjom naoblakom manjom od 5, s nebom dakle prosječno manje nego u pola zastrtim.

Oblačniji dio zaprema veću površinu, i to suvislu, široku srednju prugu, koja se prostire od sjeverozapada prema jugoistoku, a u južnim je krajevima uža. Vedriji se pak dio sastoji od dva rastavljena područja: *primorsko vedro područje,* koje zaprema primorsku prugu, užu na sjeveru, širu na jugu, s otocima; drugo, *posavsko vedro područje* na sjeveroistoku, koje obuhvata Posavinu i Srijem.

Vedriji dio dijeli od oblačnijeg godišnja izonefa[1] za stupanj naoblake 5. Ova crta na primorskoj strani polazi iz Riječkog zaljeva, presijeca sjeverni dio otoka Krka i prelazi na kopno između Crikvenice i Senja, ostavljajući na oblačnijoj strani obalu od Rijeke do Crikvenice; pošavši dalje Velebitom skrene zatim na istok, obu-

[1] Izonefe su crte, koje spajaju mjesta jednake naoblake.

hvata Grahovo, Livanjsko i Duvanjsko polje sa istočne strane, pa južno od gorskoga sklopa Čvrsnice i Prenja ide na Čemerno, ostavljajući Nevesinjsko i Gatačko polje na vedrijoj strani. Na sjeveroistoku izonefa 5 ide rubom Dilj-gore, Fruške gore, te ogranaka Trebovca i Majevice, i to na strani okrenutoj posavskoj nizini. Tok izonefe 5 je u području sjeverno od Save od Hrvatske Mitrovice na istok nesiguran, jer ovdje nema podataka (izonefa iscrtkana).

U primorskom vedrom području ističe se na jugu jedno područje s osobitom vedrinom, godišnjom naoblakom ispod 4, kojom se približuje najvedrijem kraju Evrope, Andaluziji. Ovo područje obuhvata obalu od Šibenika do Trogira s otocima pred njom, otok Hvar i otoke južno od njega, južno Primorje između Makarske i Dubrovnika i krajeve oko najdonjeg toka Neretve. Izonefa 4, kojom je ovo područje ograničeno, je u dijelu između Trogira i Hvarskog kanala nesigurna, jer iz ovog kraja nema podataka (na karti je ovaj dio iscrtkan).

U oblačnijem dijelu ističe se uža srednja pruga, koja je najoblačnije područje; u njoj je godišnja naoblaka pretežno veća od 5,5. Izonefa 5,5, kojom je ovo područje ograničeno, polazi na jugozapadnoj strani otprilike od Velike Kapele, prolazi između Velebita s jedne, a Gackog i Krbavskog polja s druge strane, dalje dolinom Unca, preko Glamočkog i Kupreškog polja, Makljen-sedla i Ivan-planine do Foče. Sa sjeveroistočne strane ide izonefa 5,5 gorama Ivančicom, Kalnikom, Bilogorom, zapadnim rubom Psunja, istočnim Kozare, dolinom Vrbasa i Vrbanje, dalje preko Travnika i Rapte planine, pa sjevernim rubom Javor-planine do Drine.

Tako se po godišnjoj naoblaci dijeli Hrvatska na 6 područja: jedno s naoblakom između 5,5 i 6; dva područja s naoblakom od 5 do 5,5; dva područja s naoblakom 4 do 5; jedno područje s naoblakom manjom od 4.

Raspoloživi podatci pokazuju, da unutar gotovo svakog od tih područja ima predjela ili mjesta, gdje naoblaka odstupa od prosječne naoblake toga područja. Takva su odstupanja uvjetovana posebnim položajem, reljefom tla, nadmorskom visinom i dr. Podatci nijesu međutim tako obilni, da bi se takva odstupanja mogla uvijek teritorijalno točnije ograničiti.

U najoblačnijem dijelu ističe se osobito velikom naoblakom u zadnja dva desetljeća Zagreb (god. srednjak 1921.—1941. iznosi 6,5). To se može svesti — uz opći porast naoblake — na utjecaj razvitka Zagreba u velegrad, koji u hladnom dijelu godine pogoduje stvaranju magle, a u toplom dijelu stvaranju konvekcionih oblaka. Periferne postaje Maksimir i Borongaj svakako zaostaju u naoblaci za observatorijem na Griču.

Nešto vedrije od okolice čini se da je Pokuplje. Međimurje, Podravina i Podunavlje imaju naoblaku, koja slabo premašuje 5; time se ovi krajevi priključuju klimi u ugarskoj nizini.

Velikom se naoblakom ističe, osobito ljeti, pakrački kraj (Pakrac 1902.—1910. god. naoblaka 6,3; Lipik 1928.—1937. 6,3).

U području između sjeveroistočnih poteza izonefa 5 i 5,5 ističe se jedan predio, u kojem kao da je naoblaka u prosjeku 5,5; on obuhvata Tešanj i Tuzlu i pruža se na jugoistok prema Vlasenici.

Zapadno-bosanska polja priključena su radi godišnje naoblake ispod 5 (Livno 4,5; Prolog 4,7; Grabovica-planina 4,8; Arežin Brijeg 4,9; Duvno 4,7) primorskom vedrom području. Ovo područje prelazi prema tome preko Dinarskog lanca. Nije li to područje prekinuto jednom uskom oblačnom prugom u samom gorskom lancu, ne može se utvrditi, jer u tom gorju nema postaja. »Vedro polje« kao da u najoblačnijem području čini otok vedrine (Bos. Petrovac 5,0).

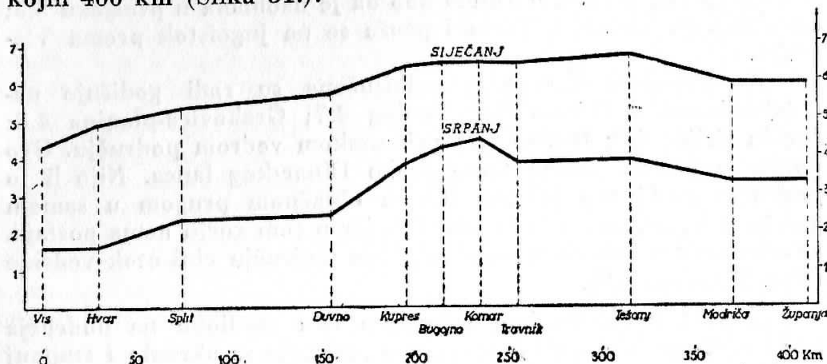
Zimska naoblaka ima uglavnom istu razdiobu na područja kao i cijela godišnja, ali je u svakom području za okruglo 1 stupanj naoblake veća. Najvedrije, južnoprimorsko područje ima zimi naoblaku 5 ili manje od 5. Cijelo ostalo primorsko područje ima zimsku naoblaku 5 do 6, a njemu se priključuje na sjeveru i blisko zaleđe (Fužine 5,8). Gotovo sva ostala Hrvatska ima zimsku naoblaku 6 do 7. Postaje, koje su po godišnjoj naoblaci obilježavale posavsko vedro područje, imaju zimsku naoblaku između 6,0 i 6,5, dok se u cijelom oblačnom području kreće zimska naoblaka od 6,5 do 7,0. Zimsku naoblaku veću od 7,0 imaju neke ličke postaje te Pakrac (7,7).

Ni u razdiobi *ljetne naoblake* ne nailazimo na bitno nove crte. Ljetna naoblaka južnoprimorskog, najvedrijeg područja iznosi oko 2 (1,8 do 2,2), ostalo primorsko vedro područje ima 2 do 3, s izuzetkom pojedinih postaja, koje kao i postaje posavskog vedrog područja imaju ljetnu naoblaku 3,0 do 3,5. Obala od Dubrovnika do Boke Kotorske ima vrlo vedro ljeto (Dubrovnik 2,3; Rt Oštro 2,6), s kojim se približava najvedrijim postajama, od kojih je luči oblačna zima. Naprotiv obala sjeverno od Senja ima vrlo oblačno ljeto (Rijeka 4,2; Crikvenica 4,1), kojim se priključuje oblačnim postajama zaleđa (Travnik 4,1; Osijek 4,1; Banja Luka 4,3; Bihać 4,2; Brod 4,1). Oblačno područje ima ljetnu naoblaku 3,6 do blizu 5, pri čemu se naoblaka mnogih postaja u srednjoj najoblačnijoj pruzi kreće od 4,5 do 4,7. Najveću ljetnu naoblaku imaju neke visoke postaje (na pr. Makljen-sedlo visoko 1123 m: 4,7) pa Pakrac (4,8). Sasvim izuzetna je ljetna naoblaka Bjelašnice (visina 2067 m; ljetna naoblaka 5,6). U prosjeku je ljetna naoblaka za 1 stupanj niža od godišnje, a za 2 stupnja niža od zimske.

Vrijedno je istaći, da je zimska naoblaka naših najvedrijih krajeva otprilike jednaka ljetnoj naoblaci naših najoblačnijih krajeva.

Za kartografijski prikaz s pomoću izonefa nisu prikladne ni zimska ni ljetna naoblaka, jer na njih veoma utječe nadmorska

visina postaja. Kakva je razdioba naoblake u siječnju, a kakva u srpnju, neka zorno prikaže profil za ova dva mjeseca položen kroz naše krajeve od jugozapada prema sjeveroistoku u duljini od kojih 400 km (Slika 31.).



Sl. 31. Zimski i ljetni profil naoblake

2. GODIŠNJI HOD NAOBLAKE

U tablici 41. dani su mjesečni i godišnji srednjaci naoblake onih 20 postaja, od kojih imamo rezultate motrenja iz više od 25 godina. Maksimumi tiskani su masnim slovima, minimumi kurzivno.

Prikazivanje *godišnjeg hoda* naoblake ima za osnovu podatke postaja tablice 41., a uz njih i podatke onih postaja, od kojih imamo srednjake iz 15 ili više godina motrenja.

U godišnjem nas hodu naoblake ponajprije zanimaju najoblačniji i najvedriji mjesec.

Najoblačniji mjesec u cijelom je našem području prosinac. S prosinačkim maksimumom naoblake naši se krajevi priključuju većem dijelu Srednje i Zapadne Evrope i Balkanskog poluotoka. U cijelom području postoji naklonost ponovnom porastu naoblake u proljetnim mjesecima, u čemu se očituje utjecaj Sredozemnog mora i njegovih ciklona. Posljedica je toga, da u pojedinim mjestima iskoči kao mjesec glavnog ili sporednog maksimuma sad veljača, sad travanj.

Najvedriji je mjesec najčešće kolovoz, a s tim se položajem minimuma naši krajevi opet priključuju najvećem dijelu Srednje i Zapadne Evrope i Balkanskog poluotoka. Uz minimum u kolovozu pojavljuje se i minimum u srpnju (koji je inače zapažen po cijelom južnom Jadranu, u južnoj Italiji i na Siciliji) osobito na južnim primorskim postajama Split, Dubrovnik, Vis, Hvar, Rt Oštro.

*

TABLICA 41. — Godišnji hodovi naoblake.

Postaja	Razdoblje	Broj godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina	Amplituda
Bijeljina	1888.—913.	26	**6,4**	5,7	5,1	5,1	4,7	4,3	3,2	*2,8*	3,8	4,5	5,7	**6,4**	4,8	3,6
Bjelašnica	1895.—940.	45	7,0	7,1	7,3	**7,4**	7,3	6,6	5,2	*5,0*	5,6	6,6	7,1	7,3	6,6	2,4
Crikvenica	1900.—939.	39	5,8	5,5	5,9	6,3	5,5	5,0	3,8	*3,6*	4,7	5,8	6,3	**6,4**	5,4	2,8
Čakovac	1881.—937.	46	6,6	5,8	5,3	5,3	4,8	4,3	3,7	*3,4*	4,2	5,6	6,4	**6,9**	5,2	3,5
Dubrovnik	1882.—940.	33	5,3	5,1	5,1	5,2	4,4	3,3	*1,8*	*1,8*	3,1	5,0	5,4	**5,8**	4,3	4,0
Gospić	1873.—940.	57	6,7	6,3	5,9	6,1	5,3	4,7	3,5	*3,4*	4,7	6,0	7,0	**7,3**	5,6	3,9
Hvar	1858.—918.	60	5,0	4,5	4,4	4,3	3,6	2,8	*1,6*	1,8	2,8	4,3	5,1	**5,3**	3,8	3,7
Livno	1887.—913.	27	4,9	4,8	5,1	5,0	4,8	4,1	3,0	*2,7*	3,7	4,8	5,2	**5,5**	4,5	2,8
Mostar	1880.—913.	34	5,1	5,0	5,3	5,5	4,8	4,3	2,7	*2,6*	3,5	5,0	4,9	**5,6**	4.5	3,0
Osijek	1882.—941.	60	7,0	6,2	5,8	5,7	5,1	4,9	3,8	*3,7*	4,1	5,4	6,6	**7,3**	5,5	3,6
Požega	1891.—937.	44	7,0	6,1	5,8	5,8	5,0	4,7	3,7	*3,5*	4,3	5,5	6,7	**7,3**	5,5	3,8
Rijeka	1869.—918.	50	5,7	5,6	5,9	6,0	5,5	5,1	3,8	*3,7*	4,5	5,9	6,0	**6,3**	5,3	2,6
Rt Oštro	1877.—905.	29	5,1	4,9	5,1	5,1	4,6	3,5	*2,0*	2,2	3,2	5,1	5,2	**5,4**	4,3	3,4
Sarajevo	1882.—937.	53	6,9	6,2	6,2	6,3	5,8	5,4	4,1	*3,9*	4,8	5,7	6,8	**7,4**	5,8	3,5
Senj	1873.—937.	40	5,4	5,3	5,2	5,2	4,7	4,0	2,9	*2,7*	3,9	5,0	5,4	**5,9**	4,6	3,2
Split	1897.—940	31	5,3	5,2	5,3	5,1	4,7	3,7	*2,3*	*2,3*	3,3	4,7	5,3	**5,8**	4,4	3,5
Travnik	1888.—913.	26	6,4	6,3	5,8	5,9	5,7	5,0	3,8	*3,4*	4,4	5,3	6,5	**7,3**	5,5	3,9
Tuzla	1881.—913.	33	**6,8**	6,2	5,7	6,1	5,6	5,4	*3,9*	*3,9*	4,5	5,6	6,2	**6,8**	5,5	2,9
Vis	1873 —905.	33	4,3	3,9	4,1	4,1	3,6	2,9	*1,6*	1,8	2,7	4,1	4,2	**4,5**	3,5	2,9
Zagreb-Grič	1862.—941.	80	7,2	6,3	6,1	6,0	5,6	5,3	4,2	*4,1*	4,7	6,1	7,2	**7,5**	5,9	3,4

Razlika između naoblake najoblačnijeg i najvedrijeg mjeseca daje godišnju *amplitudu.* Amplituda se naoblake u Evropi kreće od najmanjih vrijednosti ispod 1 stupnja naoblake u krajnjem sjeverozapadu (Irska, dio Engleske) do najveće vrijednosti 6 na krajnjem jugoistoku (Egejsko more). Vrlo malu amplitudu može u Evropi imati samo izvanredno oblačan kraj; naprotiv će veliku amplitudu imati područje, u kojem svi meteorologijski elementi imaju izrazit a jednostavan godišnji hod. Ni jednom ni drugom uvjetu ne udovoljavaju naši krajevi, stoga i ne nailazimo tu na veliku raznolikost amplituda. Amplitude se kod nas kreću uglavnom od 3 do 4 stupnja. Takve amplitude odgovaraju umjereno kontinentalnom karakteru većeg dijela naših krajeva.

Nešto manje od četvrtine postaja ima amplitude naoblake manje od 3. Kod jednog dijela ovih postaja svodi se mala amplituda na gorski položaj i s tim povezanim smanjenjem zimske, a povećanjem ljetne naoblake. Ovamo idu na pr. Bjelašnica (2067 m s amplitudom 2,4), Metaljka (1388 m: 2,6), Pržići (1060 m: 2,6), Komar (780 m: 2,9). Kod drugog dijela postaja umanjuje amplitudu naklonost stvaranju bilo glavnog, bilo sporednog maksimuma u veljači ili travnju. Ova naklonost zajedno s premještanjem maksimuma u pojedinim godinama čini u dugogodišnjem prosjeku, da zimski maksimum splasne, katkad i iščezne, a time se umanjuje amplituda. Na taj su način nastale male amplitude Rijeke (2,6), Crikvenice (2,8), Visa (2,9), Šibenika (2,8), Metkovića (2,8). U nekim slučajevima djeluju na amplitudu vjerojatno oba čimbenika, i visina i pomak maksimuma u proljeće (Bjelašnica).

Amplitudu 4,0 ima Dubrovnik i Hrvatska Mitrovica, iznad 4,0 Sv. Mihovil (4,3). Dubrovnik ima u vezi sa izrazitim zimskim maksimumom oborine razmjerno vrlo oblačan prosinac, a to daje uz vrlo vedro ljeto veliku amplitudu. U tom on slijedi postaje južnog Sredozemlja (Malta 4,4). I kod Hrvatske Mitrovice uzrok je velikoj amplitudi više oblačna zima (6,8; prosinac sam 7,3) nego ljeto (3,8; srpanj 3,3), koje je umjereno vedro, kakvo imaju i Ilok (ljeto 3,8; kolovoz 3,3) i Brčko (3,7; 3,1) u njegovoj okolici.

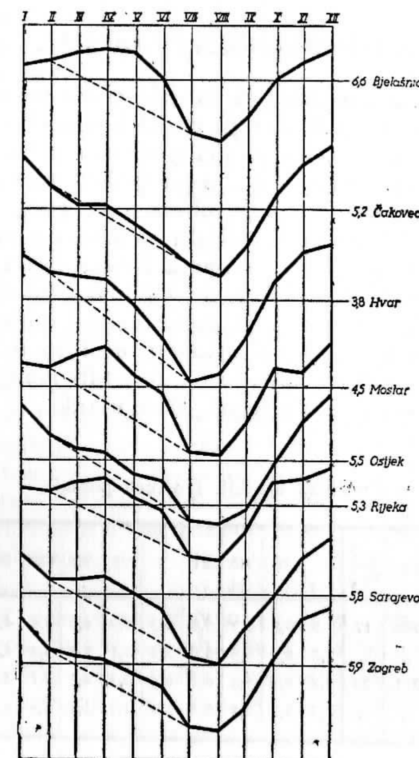
Sv. Mihovil ispod Vratnika, na razmeđu Primorja i kontinentalnog zaleđa, gledajući u dva klimatska područja ima udjela u ljetnoj vedrini Primorja i u kišovitoj i oblačnoj jeseni i zimi planinskog zaleđa.

*

Promjene, koje u godišnjem hodu naoblake nastupaju od mjeseca do mjeseca, u jednim su dijelovima godine sporije, u drugima naglije. To se razabire iz tablice 41. i iz prikaza godišnjih hodova na slici 32. Ove promjene su zbog toga zanimljive, što pokazuju, kada i kako u pojedinim krajevima nastaju godišnja doba.

Prijelaz iz zimske u proljetnu naoblaku jedva je gdje u našim krajevima izrazit, štaviše, postoji naklonost, da se naoblaka prema

proljeću opet pojača. Ni prijelaz iz jeseni u zimu nije izrazit. Najviše odskače mala ljetna naoblaka. Na prijelazu iz proljeća u ljeto nastupa najbrže razvedrivanje, a od ljeta na jesen najbrže naoblačenje. Ovo za naše krajeve toliko značajno razdoblje ljetne vedrine izlučit ćemo približno iz godišnjeg hoda, ako utvrdimo, iza kojega mjeseca nastupa maksimalno razvedrivanje, odnosno naoblačenje.



Sl. 32. Godišnji hodovi naoblake u 8 odabranih postaja

Od svih razlika naoblake između dva susjedna mjeseca pri razvedrivanju najveća je gotovo svagdje u našim krajevima razlika između naoblake *lipnja* i *srpnja.* Ova razlika iznosi kod većine postaja 1,0 do 1,5 stupnja naoblake.

Maksimalni porast naoblake, koji označuje prijelaz ljeta u jesen, nastupa kod većine postaja *od rujna na listopad.* Od 20 postaja tablice 41. ima 16 postaja maksimalni porast naoblake između ova dva mjeseca sa iznosima od 1,0 do 1,9 stupnja. U listopadu nastupa u istočnom Sredozemlju opća promjena u strujanju zraka od ljetne razdiobe (etezije) na jesensku, koja donosi u naše krajeve južinu. Ta promjena nastupa u zapadnom Sredozemlju nešto ranije,

pa se time tumači, što neke naše sjeverozapadne postaje imaju maksimalni porast naoblake već od kolovoza na rujan (Crikvenica, Senj, Gospić).

Ljetni najvedriji odsjek godine obuhvata dakle u našim krajevima pouzdano samo dva mjeseca, srpanj i kolovoz; već su susjedni mjeseci lipanj i rujan ugroženi ciklonalnim poremećenjima.

3. NAOBLAKA NA GORAMA

Utjecaj gora na naoblaku je dvojak. Gore pojačavaju svu onu naoblaku, koja nastaje pri dizanju zraka konvekcijom, jer one sile vodoravne zračne struje, da se pri prijelazu preko gora penju u vis. I termička konvekcija, koja je posljedica grijanja tla i donjih slojeva zraka, potpomognuta je obroncima gora. Kako su konvekcioni oblaci češći u toplom dijelu godine, na gorama će ljetna naoblaka biti veća nego u dolinama istoga kraja *(ljetni učinak gora)*. Drugi je uzrok razlici između naoblake visokih i niskih postaja u tom, što su visoka mjesta oteta magli i onim najnižim oblacima (stratus), kojih se slojevi stvaraju osobito u hladnom dijelu godine. Stoga će zimska naoblaka na gori biti manja nego u dolini istoga kraja *(zimski učinak gora)*. Oba učinka, i zimski i ljetni, *umanjuju amplitudu.*

TABLICA 42. — Naoblaka visokih i niskih postaja.

Postaja	Visina nad morem	Razdoblje	Broj godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina	Amplituda
	m																
Sljeme	935	1888.—904.	17	5,9	5,8	5,7	5,9	5,3	4,9	4,0	3,6	4,6	5,6	6,4	6,2	5,3	2,8
Zagreb-Grič	163	„ „	„	7,1	6,2	5,9	5,8	5,4	5,1	3,9	3,4	4,4	5,7	7,1	7,5	5,6	4,1
Metaljka	1388	1894.—913.	20	6,1	6,1	5,8	6,1	6,0	5,3	4,1	3,7	4,4	5,1	5,9	6,3	5,4	2,6
Goražde	345	„ „	„	6,5	5,7	4,9	5,4	5,4	4,7	3,8	3,4	4,4	5,1	6,1	6,9	5,1	3,5

Zavisi o kraju i o posebnom položaju gorja i pojedinih mjesta u njemu, u kakvom je omjeru ljetni učinak prema zimskom, hoće li dakle naoblaka gorske postaje biti u svemu povećana ili umanjena prema naoblaci dolinske postaje istoga kraja. Stoga i ne postoji neki opći gorski tip godišnjeg hoda naoblake, nego se utjecaj gora na godišnji hod u pojedinim krajevima mora utvrditi usporedbom naoblake gorskih i obližnjih dolinskih postaja.

Kakav je i koliki gorski utjecaj u našim krajevima, neka pokažu tri para postaja: Bjelašnica (2067 m) — Sarajevo (637 m); Sljeme (935 m) — Zagreb-Grič (163 m); Metaljka (1388 m) — Goražde (345 m). Godišnji hod naoblake po mjesecima za Bjelašnicu i Sarajevo nalazi se već u tablici 41. Tablica 42. sadržava te podatke za ostale postaje (za Zagreb-Grič iz 17-godišnjeg razdoblja

TABLICA 43. — Uporeďenje sezonske naoblake visokih i niskih postaja.

Postaja	Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen
Bjelašnica	7,1	7,3	5,6	6,4
Sarajevo	6,8	6,4	4,5	5,8
Sljeme	6,0	5,6	4,2	5,5
Zagreb-Grič	6,9	5,7	4,1	5,7
Metaljka	6,2	6,0	4,4	5,1
Goražde	6,4	5,2	4,0	5,2

1888.—1904., za koje razpolažemo podatcima Sljemena). Tablica 43. daje za svih ovih šest postaja srednjake godišnjih doba.

Ljeto je na Bjelašnici za 1,1 stupnja oblačnije nego u Sarajevu, ljetni je učinak gore dakle velik. Ali zimskog učinka ovdje nema, prosinac i siječanj imaju na obje postaje gotovo jednaku naoblaku. Prevladavanje ljetnog učinka gore čini, da je godišnja naoblaka na Bjelašnici toliko veća nego u Sarajevu, ona je najveća od svih u našim krajevima. Amplituda (2,4) je za 1,1 manja nego u Sarajevu. Godišnji hod naoblake vrlo sličan hodu na Bjelašnici ima Mont Ventoux (1912 m) u južnoj Francuskoj, koji se nalazi na jednom ogranku francuskih Alpa, a graniči uz dolinu Rhone, u položaju otvorenom i izloženom utjecaju sredozemnih zračnih struja kao i Bjelašnica.

Na Sljemenu je zimski učinak velik (zima ima za 0,9, prosinac sam za 1,3 manju naoblaku nego Zagreb-Grič), a ljetni neznatan (0,1 ljeto; 0,2 kolovoz). Otuda je u godišnjem prosjeku Sljeme za 0,3 vedrije od Zagreba. Amplituda je na Sljemenu znatno manja nego u Zagrebu (za 1,3). Da je ljetni učinak tako malen, dolazi valjda odatle, što nastajanju konvekcione naoblake (cumulus) pogoduje i gradsko tlo.

Metaljka pokazuje i ljetni i zimski učinak, ljetni (ljeto za 0,4; lipanj sam za 0,6 oblačniji nego u Goraždu) nešto veći od zimskog (zima za 0,2; prosinac za 0,6 vedriji), godina prema tome u gori oblačnija (za 0,3), amplituda znatno manja (za 0,9).

Kako ovi primjeri pokazuju, djelovanje je gora na naoblaku u našim krajevima izrazito. Ipak pravog alpskog tipa godišnjeg hoda naoblake, gdje je zimska vedrina tolika, da je zimska naoblaka ispod godišnjeg prosjeka, kod nas nema.

4. UTJECAJ MORA NA NAOBLAKU

Kad ne bi bilo ciklonalnih poremećenja, naoblaka bi od zimskoga maksimuma neprestano opadala do ljetnoga minimuma, a od minimuma opet rasla do maksimuma jednoliko. Ovakav jednostavni godišnji hod naoblake zapažen je i doista u izrazito kontinentalnim krajevima Evrope. Naprotiv je odstupanje od jednostavnosti, naklonost ponovnom porastu naoblake iza već započetog opadanja, eventualno sa stvaranjem sporednog maksimuma znak pomorskog utjecaja. Takva odstupanja pokazuju u prvom dijelu godine, u mjesecima ožujku do lipnja, godišnji hodovi naoblake svih naših postaja u većoj ili manjoj mjeri. Kod nekih dolazi do stvaranja drugog (Mostar, Rijeka, Sarajevo), čak i glavnog maksimuma (Bjelašnica) u jednom od tih mjeseci, a u najmanju ruku zapaža se znatno usporenje opadanja naoblake u tim mjesecima (sl. 32.). Ova se pojava u proljeću i ranom ljetu svodi na one ciklone u sjevernom Sredozemlju, koje najjače zahvaćaju naše krajeve, a te su najčešće baš u navedenim mjesecima. Jesenske ciklone proizvode također izobličenje krivulje godišnjeg hoda (v. na pr. Mostar, Rijeka), ali ono nije tako općenito.

Mi ćemo prema tome veličinu pomorskog utjecaja na našu naoblaku i doseg toga utjecaja procijeniti po veličini odstupanja godišnjeg hoda od jednoličnog opadanja u mjesecima ožujku do lipnja. Mjera za taj »sredozemni učinak« kod naoblake može nam biti veličina plohe između krivulje godišnjeg hoda (neprekidna slomljena crta na slici 32.) od veljače do srpnja i onoga pravca (na slici narisanog iscrtkano), koji spaja točke veljače i srpnja i predstavlja jednoliko opadanje. Veličina te plohe izražena stupnjevima naoblake[1]) ima u našim krajevima velik opseg, ona se kreće od 4,5 (Rt Oštro, Mostar) do 0,7 (Čakovac). Kako je veličina sredozemnog učinka u našim krajevima raspoređena, vidjet ćemo, ako je promatramo u profilima, koje polažemo kroz naše krajeve u raznim smjerovima.

Idući od Splita do Bijeljine smjerom od jugozapada prema sjeveroistoku (otprilike okomito na obalnu crtu) imamo ove vrijednosti sredozemnog učinka:

Split	Livno	Travnik	Bijeljina
3,8	3,4	2,2	1,4

Idući od juga prema sjeveru:

u zapadnim krajevima

Gospić	Zagreb	Čakovac
2,4	2,0	0,7

[1] Zapravo umnoškom stupnjeva naoblake sa vremenskim razmakom, koji je na svima krivuljama jednak, pa se može uzeti kao jedinica.

sredinom

Mostar	Travnik	Požega
4,5	2,2	1,7

na istoku

Sarajevo	Tuzla	Osijek
3,1	2,6	1,5

Vidimo, da sredozemni učinak, kako se udaljujemo od mora, postaje slabiji. Njegovo je opadanje naglije u primorskom odsjeku profila (Crikvenica—Zagreb 2,1) nego dalje u zaleđu (Zagreb—Osijek 0,5), osobito u sjevernom pojasu, gdje djeluje visoki gorski bedem Velebita kao glavna pregrada pri lomljenju morskog utjecaja. Južno od Velebita morski utjecaj dopire dublje u zaleđe, Livno ima sredozemni učinak gotovo jednak kao Split, te se priključenje Livanjskog i drugih zapadnih bosanskih polja primorskom vedrom području pokazuje i s ovog gledišta kao opravdano.

Pogotovo je morski utjecaj jak u donjem toku Neretve (Mostar 4,5), pa je s tim u vezi u profilu Mostar—Požega opadanje tog utjecaja u prvom odsjeku (Mostar—Travnik 2,3) kud i kamo naglije nego u drugom (Travnik—Požega 0,5), koji je dulji.

Sva tri profila položena meridionalno pokazuju, da je na jugu morski utjecaj jači nego na sjeveru. To se vidi i na najistočnijem profilu Sarajevo—Osijek, koji je već daleko od obale. Iako primorske postaje pokazuju dakako veći sredozemni učinak nego postaje u zaleđu, ipak je značajno, da baš najveću vrijednost (4,5) susrećemo kod najjužnije postaje Rt Oštro, iza koje ni Dubrovnik (4,2) ne zaostaje mnogo, najmanju pak vrijednost na najsjevernijoj postaji Čakovac (0,7); sve male vrijednosti do 2,0 pripadaju najsjevernijim postajama (Bijeljina, Požega, Zagreb, Osijek). Idući prema sjeveru izlazimo sve više iz poluotoka i ulazimo u kontinentalne prilike.

Hvar se upadljivo malom vrijednošću sredozemnog učinka (2,8) i jednostavnošću godišnjeg hoda priključuje južnom sredozemnom tipu godišnjeg hoda naoblake, za koji je reprezentativan otok Malta (3,1). Bjelašnica pokazuje i veličinom sredozemnog učinka (4,0), da je u njezinoj klimi morski utjecaj jak.

5. SIJANJE SUNCA

Vrijeme, koliko sija Sunce (trajanje insolacije), iako zavisno o naoblaci, ipak je samo po sebi zanimljiva značajka klime. Trajanje insolacije ustanovljuje se *heliografima*, spravama, koje bilježe sijanje Sunca s pomoću kemijskog ili s pomoću toplinskog djelovanja Sunčevih zraka.

Heliografe je imao dosta mali broj postaja u našim krajevima. Zadnjih se godina taj broj povećavao, osobito u Primorju, ali od ovih novih heliografskih postaja imamo samo kratke nizove bilježaka. Tablica 44. sadržava podatke od 14 heliografskih postaja, od kojih je 9 u Primorju. Za svaku postaju dano je, koliko sati na dan u prosjeku sija Sunce u pojedinim mjesecima i u godini, a osim toga prosječni broj sati sijanja u godini. Podatci tako malog broja i tako nejednoliko raspoređenih postaja ne mogu nam doduše dati točnu sliku razdiobe trajanja insolacije, ali se ipak može iz njih razabrati u glavnim crtama, kako je ovaj važni klimatski elemenat našim krajevima udijeljen.

Cjelokupno godišnje trajanje insolacije pokazuje, da Hrvatska, a naročito Primorje spada u najsunčanije zemlje Evrope. Trajanje insolacije od 2500 do 2700 sati u godini, t. j. prosječno 7,0 do 7,4 sati na dan, kakvo imaju primorske postaje od Raba na jug, premašuje talijanske, pa i sicilijanske postaje (Rim 6,5; Palermo 6,8 sati na dan), dostizava talijansku i francusku Rivijeru (San Remo 7,2; Nizza 7,2 sati na dan) i Grčku (Atena 7,3), a zaostaje samo za Španjolskom (Madrid 8,0; Malaga 8,1; Almeria 8,7).

I sjevernije postaje, koje su udaljene od mora (Zagreb 5,4; Moja Volja u Srijemu 6,0 sati na dan) razmjerno su sunčane, ako ih usporedimo s gradovima Srednje i Zapadne Evrope (Beč 4,8; Pariz 4,8 sati na dan).

TABLICA 44. — Trajanje insolacije.

Postaja	Razdoblje	Broj godina	Sunce je sijalo prosječni broj sati na dan													Broj sati u godini
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.	
Bjelašnica	1896.—940.	40	2,9	3,1	3,3	3,3	4,3	4,6	6,7	**7,1**	5,4	4,0	2,8	***2,4***	4,2	1521
Dubrovnik	1936.—940.	5	3,7	5,1	5,5	7,2	7,7	10,5	**12,3**	10,6	8,5	5,5	4,8	***3,3***	7,1	2584
Hvar	1931.—940.	10	4,2	5,4	5,8	8,1	8,6	10,8	**12,1**	11,1	8,6	6,5	4,8	***3,4***	7,4	2715
Kraljevica	1935.—939.	5	2,6	4,2	5,2	5,9	6,2	9,2	**10,7**	8,6	6,9	4,5	3,5	***2,5***	5,8	2135
Moja Volja	1908.—917.	10	2,3	3,3	4,6	5,6	7,3	**9,2**	8,9	8,6	6,3	5,1	2,7	***2,2***	5,5	2017
Mostar	1911.—930.	20	3,3	4,8	4,8	5,6	7,5	8,5	**9,9**	9,6	7,1	4,9	3,5	***2,9***	6,0	2207
Rab	1936.—940.	5	***3,2***	5,2	5,6	7,4	7,6	10,0	**12,0**	10,0	7,6	5,5	4,0	3,3	6,8	2479
Rijeka	1902.—912.	11	3,9	3,9	4,9	5,4	7,3	7,8	**9,2**	9,0	6,6	4,7	3,6	***2,8***	5,8	(~2120)
Sarajevo	1895.—940.	27	2,0	3,1	4,1	4,6	5,4	6,8	**8,1**	7,9	5,8	4,2	2,3	***1,4***	4,6	1695
Senj	1933.—939.	7	2,7	4,3	4,9	6,3	6,7	8,9	**10,8**	9,0	6,9	4,4	3,4	***2,2***	5,9	2147
Split	1926.—940.	12	4,4	5,6	6,2	7,4	8,1	10,9	**12,0**	10,9	8,5	6,4	4,7	***3,5***	7,4	2697
Šibenik	1936.—940.	5	3,6	5,1	5,9	7,7	7,7	10,2	**12,1**	10,5	8,0	6,2	4,6	***2,9***	7,0	2572
Velaluka	1937.—940.	4	4,9	5,5	5,8	8,4	8,0	10,6	**12,5**	11,0	8,3	6,0	4,5	***3,1***	7,3	2671
Zagreb-Grič	1909.—939.	30	2,0	3,8	4,8	5,9	7,2	8,5	**9,2**	8,5	6,6	4,1	2,3	***1,5***	5,4	1961

Godišnji hod trajanja insolacije je jednostavniji nego godišnji hod naoblake, jer, što bi proljetno povećanje naoblake oduzelo sijanju Sunca, to se nadoknađuje produljenjem dana. Maksimum trajanja insolacije pada dakako u ljeto, a minimum u zimu, što odgovara i naoblaci i duljini dana. U velikoj većini postaja najviše sunca ima srpanj (izuzetak Bjelašnica sa kolovozom, Moja Volja sa lipnjem). Minimum je svagdje u prosincu (izuzetak Raba, koji ima u siječnju za 0,1 sata manje nego u prosincu, ne može se radi kratkoće niza smatrati pouzdano utvrđenim).

Srpanjske su vrijednosti u južnom Primorju veoma velike, najveća na Korčuli, iako je Hvar po godišnjoj vrijednosti najsunčanije mjesto. Ove vrijednosti dostizavaju vrijednosti u Španjolskoj, pa čak i u Egiptu (Dubrovnik i Aleksandrija imaju u srpnju 12,3 sata na dan sunca). Naprotiv sunčanost zime zaostaje (i za više nego 2 sata na dan) za zimom inozemnih sunčanih krajeva (prosjek zime u Dubrovniku 4,0; Hvaru 4,3; Nizzi 4,9; Madridu 5,3; Almeriji 6,5; Aleksandriji 6,7 sati na dan).

Bjelašnica, naša najoblačnija postaja, ima dakako i najmanje sunca. Gorski se zimski učinak razvedrivanja u insolaciji očituje jače nego u naoblaci, jer Bjelašnica ima u zimskom prosjeku (2,8 sata na dan) više sunca ne samo nego Sarajevo (2,3), nego i više nego Zagreb (2,4) i Moja Volja (2,6), pa se već približuje vrijednostima Senja i Kraljevice (3,1). I ljetni je učinak jak (ljeto na Bjelašnici 6,1; Sarajevo 7,6 sati na dan).

LITERATURA

1. Friedemann J.: Bewölkung und Sonnenschein des Mittelmeergebietes; Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte XXXV. Jhrg. Nr. 2 (1912.).
2. Knoch K.: Die Verteilung der Bewölkung über Europa; Veröff. d. Preuss. Meteor. Inst. Abh. Bd. VII. Nr. 5. (1923).
3. Knoch K.: Die Haupttypen des jährlichen Ganges der Bewölkung über Europa; Veröff. d. Preuss. Meteor. Inst. Abh. Bd. VIII. Nr. 3 (1926).

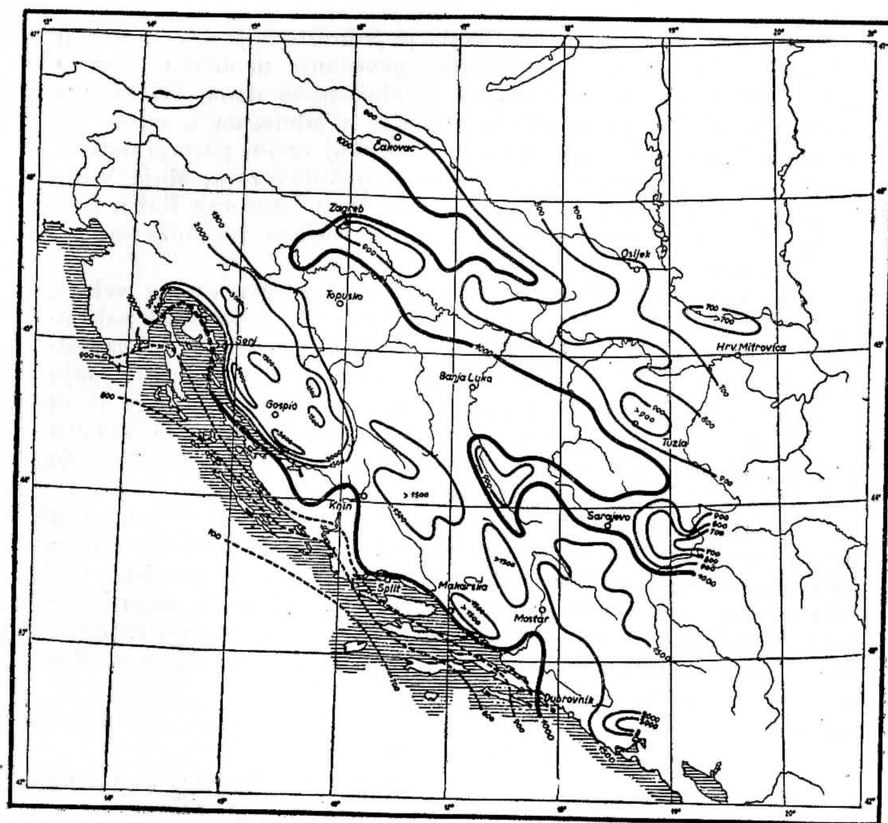
VIII. OBORINA

Franjo Margetić

Oborina je uz temperaturu najvažniji klimatski elemenat, pa godišnja količina oborine i njezina razdioba na godišnja doba, daju glavnu klimatsku karakteristiku nekoga kraja.

Oborina nastaje kondenzacijom vodene pare u zraku i pada iz oblaka u obliku kiše, snijega, solike i tuče ili se stvara na tlu u obliku rose, mraza i inja.

Količina se oborine određuje na meteorologijskim (kišomjernim) postajama s pomoću kišomjera (ombrometra), posude odre-



Sl. 33. Godišnje izohijete

đene veličine otvora, koja se postavlja u visini 1 do 2 metra nad tlom, gdje oborina može slobodno padati u posudu. Danas se gotovo na svim meteorologijskim postajama u Hrvatskoj upotrebljavaju kišomjeri tipa Hellmann, veličine otvora od 200 cm², a mjerenja se vrše svaki dan u 7 sati u jutro. Za izradbu ovog prikaza upotrebljeni su podatci od oko 200 meteorologijskih postaja, koji su dijelom već publicirani, a dijelom se nalaze u arhivu Geofizičkog zavoda u Zagrebu. Za kartu izohijeta (sl. 33.) upotrebljeni su uglavnom podatci desetgodišnjeg niza motrenja od 1901. do 1910. godine, a kod izradbe ostalih rezultata uzeti su u obzir svi raspoloživi i uporabivi podatci iz ostalih godina. U tablici 45. dane su srednje mjesečne i srednje godišnje količine oborine za odabrane postaje s nizom motrenja duljim od 25 godina, a iz razdoblja od 1862. do 1941. godine.

1. GODIŠNJA KOLIČINA OBORINE

Srednja godišnja količina oborine na području naše države vrlo je različita, a kreće se u granicama od 600 do preko 3000 mm. Ona je uvjetovana reljefom tla i udaljenošću mjesta od mora. Spojimo li crtama mjesta, koja imaju jednaku srednju godišnju količinu oborine, dobivamo *godišnje izohijete.*

Pogled na kartu izohijeta (sl. 33.) pokazuje, da godišnje količine oborine naglo rastu idući od mora u smjeru kopna, dosegavši najveću količinu na vrhuncima gora, a zatim se postepeno smanjuju idući dalje u kopno.

Područje s velikom količinom oborine zaprema 50 do 100 km široki pojas Dinarskog gorja. Ovi su gorski lanci na udaru toplog i vlažnog maritimnog zraka, koji struji s juga, jugozapada i jugoistoka. Dižući se on se ohlađuje i daje obilne oborine. Najkišovitije područje je Gorski Kotar i Ličko-krbavsko visočje, a najveće količine oborine imaju krajevi, gdje se gorski lanac Velebita strmo diže od mora. Ovdje se jugozapadne struje toplog zraka bogate vlagom naglo dižu i stvaraju godišnje količine oborine od preko 3000 mm: Štirovača 3840 mm, Mošunje 3424 i Jelenje 3159 mm, a na najvišim vrhuncima vjerojatno i znatno veće količine. Ovaj kraj spada uz područje kod Boke Kotorske (Crkvice preko 5000 mm) među najkišovitije predjele Evrope. Gotovo cijelo područje omeđeno gorskim lancima Riječkog krša, Velebita, Male i Velike Kapele te Plješevice ima godišnju količinu oborine preko 2000 mm. Otočko polje i predjeli ispod Plješevice imaju količinu manju od 1500 mm. Niz od 32 godine motrenja u Gospiću daje srednju godišnju količinu oborine 1800 mm, pa je vjerojatno, da kraj oko Gospića ima manje od 2000 mm. Uski obalni pojas ima 1000—1500 mm oborine, koja količina dosta pravilno pada idući prema jugu: Rijeka 1593, Crikvenica 1452, Senj 1353 i Karlobag 1256 mm. Sjeveroistočno od obih Kapela i Plješevice nalazi se širi pojas s oborinom između 1500 i 2000 mm.

Područje velikih količina oborine (iznad 1500 mm) od Une i Krke do Drine udaljeno je od morske obale mjestimično i više od 50 km, osim kod Makarske, gdje se Biokovo strmo diže od mora. U ovom se području jasno razabire, da su baš gorski lanci usporedni s obalom uzrokom obilnih oborina, jer su velika prepreka toplim strujama zraka (široko), koje nose kišu. Tamo, gdje se planine blažim nagibom dižu od mora ili gdje su prekidane riječnim dolinama (Krka, Neretva) i ravnim poljima, pa ne uzrokuju znatno dizanje zračnih struja, imamo područja sa srednjom količinom oborine između 1000 i 1500 mm. To su: Dalmatinska Zagora, Livanjsko i Duvanjsko polje, područje između Biokova i Čvrsnice, zatim područje rijeke Neretve, koje se produžuje kao uski pojas daleko na sjever između Čvrsnice i Prenja.

TABLICA 45. — Srednje mjesečne i srednje godišnje količine oborine u mm.

Postaja	Broj godina	Razdoblje	Nadmorska visina m	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Banja Luka	29	1881.—938.	163	64	*57*	71	103	115	**119**	88	84	88	114	80	77	1060
Bihać	35	1892.—938.	227	*75*	88	90	123	127	123	92	106	130	**143**	135	114	1346
Bijeljina	35	1890.—938.	94	54	*45*	54	70	**93**	92	70	64	70	81	58	60	811
Bjelašnica	34	1895.—938.	2067	184	181	203	**205**	169	147	107	*106*	135	186	163	181	1967
Bjelovar	31	1879.—913.	135	*48*	*48*	60	79	92	**101**	88	86	80	93	71	70	916
Crikvenica	48	1892.—940.	2	91	85	102	101	106	99	*74*	94	134	**187**	176	134	1383
Čakovac	43	1879.—940.	170	50	*43*	59	83	100	93	92	101	89	**109**	71	64	954
Drenovci	34	1897.—938.	86	50	*40*	54	74	**92**	86	70	69	66	84	61	54	800
Dubrovnik	27	1882.—913.	18	158	121	118	114	64	69	*41*	46	106	**181**	165	178	1361
Đakovo	41	1894.—936.	111	46	*41*	56	77	89	**91**	76	57	71	89	57	58	808
Fužine	28	1887.—938.	764	214	209	296	252	212	215	*128*	135	232	**385**	338	276	2892
Gacko	25	1891.—938.	960	140	139	167	139	123	91	65	*53*	124	215	**220**	188	1664
Gospić	32	1904.—940.	565	145	139	154	156	118	112	*93*	*93*	152	**251**	211	186	1810
Hvar	62	1871.—940.	19	80	62	69	63	45	35	*21*	35	55	95	100	**101**	761
Koprivnica	31	1900.—937.	149	55	*40*	64	79	95	82	99	86	95	**115**	91	72	973
Kutina	36	1893.—937.	149	*50*	51	55	76	97	**101**	84	76	84	95	82	66	917
Lepoglava	40	1891.—938.	230	68	*55*	81	104	117	119	126	119	111	**129**	87	78	1194
Livno	30	1887.—938.	729	86	87	110	112	89	91	*70*	72	128	**159**	146	113	1280
Mečenčani	38	1893.—938.	179	73	*70*	86	114	114	115	95	85	115	**137**	114	91	1209
Mitrovica	37	1893.—938.	87	38	*35*	39	50	71	**68**	61	58	52	67	39	47	625
Mostar	50	1880.—938.	59	102	94	120	129	93	71	*46*	53	96	**158**	142	143	1247
Osijek	57	1883.—940.	96	42	*35*	51	69	79	**84**	60	61	57	71	56	46	711
Požega	58	1883.—940.	155	43	*37*	50	66	80	**87**	68	72	69	76	66	58	782
Rijeka	47	1871.—917.	36	100	97	128	120	119	128	*76*	104	171	**225**	174	151	1593
Sarajevo	49	1880.—938.	560	61	*60*	69	73	82	91	*60*	67	81	**97**	78	69	888
Senj	62	1873.—940.	7	80	72	95	104	103	99	*67*	84	140	**198**	172	139	1353
Split	49	1890.—940.	18	80	64	82	77	65	54	*31*	41	75	**113**	106	112	900
Sunja	26	1893.—938.	100	55	*51*	63	67	92	**109**	88	77	90	84	73	66	915
Travnik	42	1881.—938.	504	60	*54*	62	72	78	78	67	60	76	**91**	79	67	844
Tuzla	42	1881.—938.	277	56	*48*	64	85	98	**113**	92	81	80	86	64	64	931
Vis	39	1887.—910.	10	59	47	44	45	31	87	*14*	22	46	73	72	**77**	557
Zagreb-Grič	80	1862.—941.	162	49	*44*	59	70	84	96	81	84	85	**105**	80	63	900

U donjim dijelovima doline Krke i Neretve godišnja količina oborine je manja od 1000 mm. I svi otoci imaju godišnju količinu manju od 1000 mm, a ona dosta pravilno opada s udaljenošću otoka od kopna: Supetar 952, Hvar 761 i Vis 557 mm. Otok Brač ima u gorovitom dijelu veću količinu oborine: Praznice 1460 mm.

Sjeverni ogranci Dinarskog gorja, koji se postepeno spuštaju u Savsku nizinu, imaju godišnju količinu oborine oko 1000 do preko 1200 mm. Uski pojas oko gornjih tokova Vrbasa i Bosne ima oborine oko 900 mm, dok od Sarajeva na istok prema Drini srednja godišnja količina naglo opada, pa je ovaj kraj jedan od najsiromašnijih oborinom (ispod 700 mm).

Savsko-dravsko međuriječje s Međimurjem i bosanskom Posavinom ima dosta pravilnu razdiobu oborine, koja opada od oko 1000 na 600 mm idući od zapada prema istoku. Medvednica i Ivančica imaju uslijed svog istaknutog položaja veće količine, oko 1200 mm. Najkišovitije je u tom području Hrvatsko Zagorje i uski pojas između Drave i Save omeđen Bilo-gorom, Moslavačkom gorom i Papukom.

Područje oborina manjih od 1000 mm u bosanskoj Posavini proširuje se postepeno prema istoku uključujući i Sprečko polje. Od Sprečkog polja na sjeveroistok količina oborine naglo opada. U Turopolju, Pokuplju i Posavini godišnje količine iznose oko 1000 do 800 mm i to u zapadnom dijelu ovog područja 1000 do 900 mm, a u istočnom 900 do 800 mm. Gorje Požeške kotline ima u sjevernom dijelu (Papuk, Krndija) oborine oko 1000 mm godišnje, a u južnom i jugozapadnom dijelu ispod 900 mm. Požega ima manju količinu oborine 827 mm, a na temelju 58-godišnjeg niza motrenja izlazi količina još manja: 782 mm, pa izgleda, da Požeška kotlina ima ispod 800 mm oborine. Međimurje s gornjom Podravinom priključuje se s oborinama oko 1000 do 900 mm Hrvatskom Zagorju. Prema jugoistoku količina oborine sve naglije opada, pa veći dio Podravine s dijelom Posavine i Srijemom čini područje, koje je u Hrvatskoj iza otoka najsiromašnije oborinom (do ispod 700 mm).

Odstupanje godišnje količine oborine u pojedinim godinama od srednje vrijednosti je veliko i vrlo različito u pojedinim krajevima, a ovisi o geografijskom položaju i reljefu. Najveće godišnje količine odstupaju za 35% do 75%, a najmanje za 25% do 65% od srednjih vrijednosti, pa je odstupanje u smjeru vlažnosti[1]) znatno veće nego u smjeru suhoće, što se opet izravnava češćim odstupanjem u smjeru suhoće.

Razlika najveće i najmanje godišnje količine u cijelom nizu motrenja neke meteorologijske postaje daje *apsolutno kolebanje godišnje* količine oborine i karakteristična je za neki kraj. Naši se krajevi nalaze pod utjecajem i Sredozemnoga mora i kontinentalne Srednje Evrope, pa je među inim maritimni utjecaj karakteriziran većim, a kontinentalni manjim kolebanjem. U Primorju i na otocima apsolutno kolebanje je osim na sjeveru vrlo veliko i iznosi 100 do preko 130% od srednje godišnje količine. Krajevi u unutrašnjosti kopna, koji su još pod dosta jakim maritimnim utjecajem, imaju također dosta veliko apsolutno kolebanje. Područje sjeverne Bosne te Slavonija i Srijem stoje pod jakim kontinentalnim utjecajem, pa imaju relativno malo apsolutno kolebanje u iznosu od 60 do 75% od srednje godišnje količine oborine, dok ostali krajevi s osrednjim vrijednostima apsolutnog kolebanja pokazuju slabiji ili jači kontinentalni i maritimni utjecaj.

1 Riječi »vlažan« i »suh« služe ovdje kao oznake oborinskog značaja.

2. GODIŠNJI HOD OBORINE

Godišnja količina oborine nije jednoliko razdijeljena na svaki mjesec, niti na svako godišnje doba. Njezina razdioba po mjesecima zove se godišnji hod oborine.

Godišnji je hod oborine na području Hrvatske odraz dvaju pluviometričkih režima, maritimnog i kontinentalnog, koji vladaju cijelim Balkanskim poluotokom, odnosno evropskim kontinentom. G. Hellmann je pokazao, da se u krajevima, gdje se očituje kontinentalni režim, opaža velika pravilnost u pogledu maksimalne mjesečne količine oborine. Idući od juga Evrope prema sjeveru pomiče se godišnji maksimum mjesečne količine pravilno od svibnja prema kolovozu. Na Balkanskom poluotoku ističu se u kontinentalnom režimu dva pojasa. Južni pojas ima najveću mjesečnu količinu u svibnju, a sjeverni u lipnju, dok primorski krajevi imaju maksimum mjesečne količine u listopadu do prosinca i time se priključuju sredozemnom režimu.

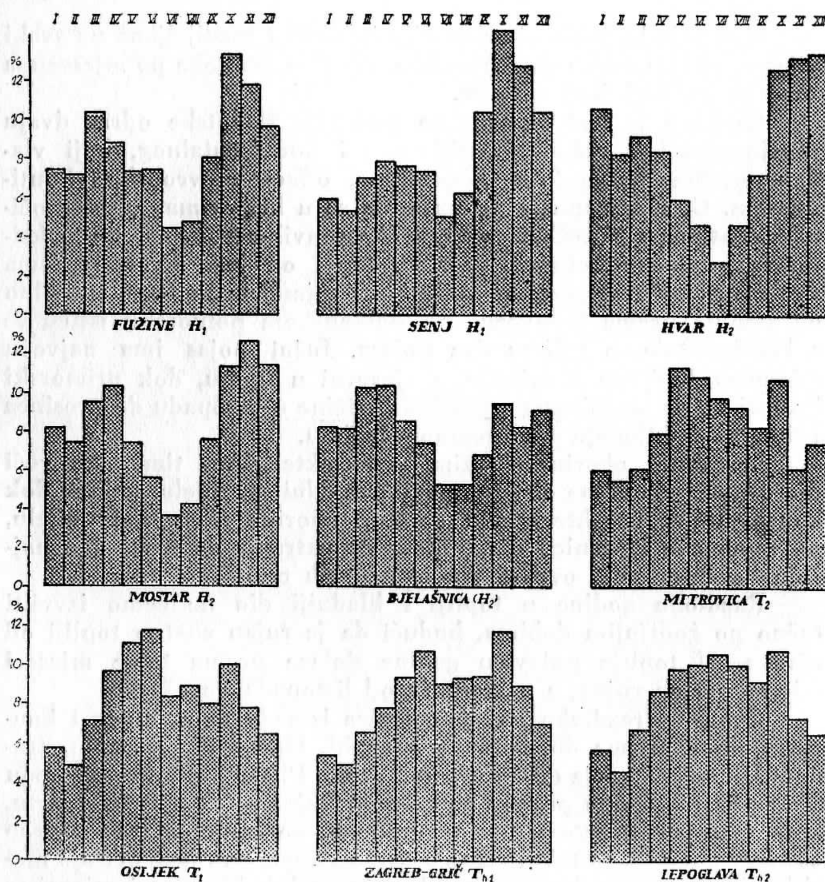
Maritimni oborinski režim je karakteriziran time, što veći dio godišnje količine oborine pada u hladnijem dijelu godine, dok kontinentalni karakteriziraju obilnije oborine u toplijem dijelu, pa ćemo ovu činjenicu u daljnjem razmatranju smatrati kao najjaču karakteristiku ovih dvaju oborinskih režima.

Razdiobu godine u topliji i hladniji dio ne ćemo izvršiti točno po godišnjim dobima, budući da je rujan znatno topliji od ožujka. U topliju polovicu godine dolaze prema tome mjeseci od travnja do rujna, a u hladniju od listopada do ožujka.

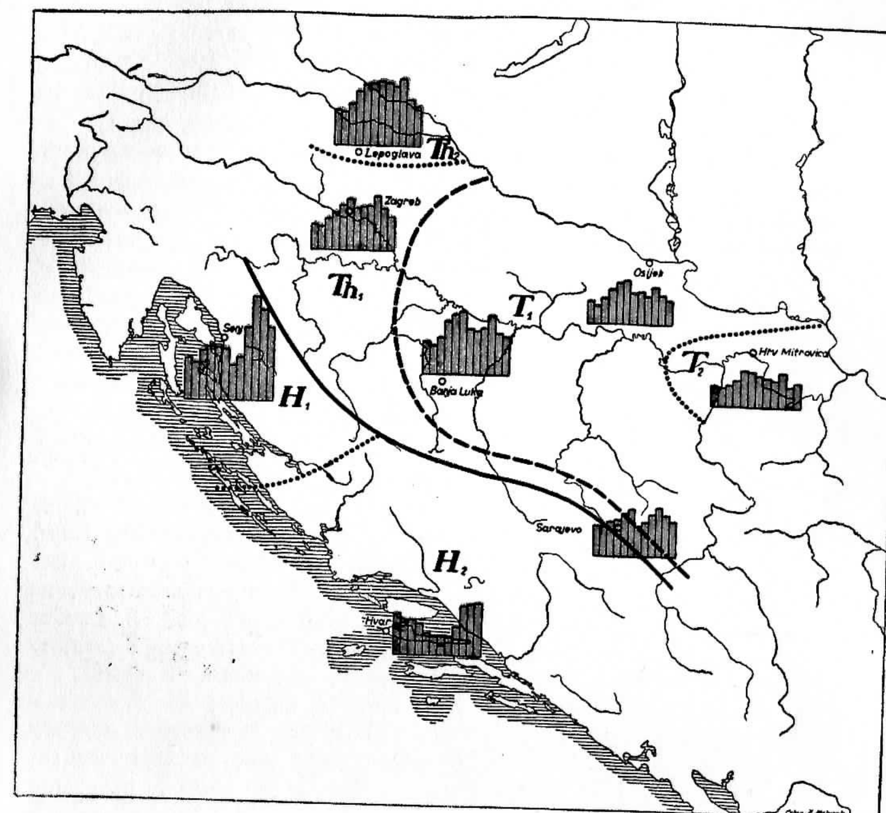
Ovom se razdiobom može granica između maritimnog i kontinentalnog režima dosta točno odrediti. Ona ide sjevernom stranom Dinarskog gorja od Vrbovskog preko Plitvičkih jezera, između Travnika i Bugojna preko Sarajeva do Čajniča (sl. 34.). Ovu crtu, koju ćemo zvati *crtom kontinentalnosti*, ne smijemo shvatiti kao oštru granicu, nego tako, da se s jedne strane crte jače očituje maritimni utjecaj, a s druge strane kontinentalni. Maritimni utjecaj se očituje gotovo na cijelom kontinentu po glavnom ili sporednom

maksimumu mjesečne količine u listopadu. U Zagrebu je na pr. još tako jak, da glavni maksimum oborine pada na listopad (sl. 35.), premda po ostalim svojstvima Zagreb pripada kontinentalnom oborinskom režimu. Izraziti sekundarni maksimum pada na lipanj, a veći dio srednje godišnje količine oborine s razlikom od 12°/o pada u topliji dio godine.

Nejednoličnoj razdiobi količine oborine po mjesecima uzrokom su naročito ciklone, koje nejednakom čestinom u različita godišnja doba prolaze našim krajevima. Za proljetne i ljetne oborine osobito u sjevernoj polovini naše države važne su ciklone na stazi V^c, dok za oborine u hladno godišnje doba imaju odlučnu ulogu ciklone na stazama V^d i V^e. Za oborine u sjeverozapadnim krajevima odlučne su još ciklone na stazi V^b.



Sl. 35. Godišnji hodovi mjesečnih količina oborine za devet postaja



Sl. 34. Razdioba Hrvatske na područja po tipovima godišnjeg hoda oborine.

Puna crta označuje granicu između kontinentalnog i maritimnog oborinskog režima, t. j. c r t u k o n t i n e n t a l n o s t i.

Isprekidana crta označuje granicu između područja s maksimumom mjesečne količine oborine u toplom dijelu godine i područja s maksimumom u hladnom dijelu godine.

Područja označena s *H* imaju veći dio godišnje količine oborine u hladnom dijelu godine (X—III), a s *T* u toplom dijelu godine (IV—IX).

H_1 ima maksimum mjesečne količine u listopadu;
H_2 ima maksimum u listopadu, studenom ili prosincu;
Th_1 ima glavni maksimum mjesečne količine u listopadu, a sporedni u lipnju;
Th_2 ima glavni maksimum u listopadu, a sporedni u svibnju ili srpnju;
T_1 ima glavni maksimum u lipnju, a sporedni u listopadu;
T_2 ima glavni maksimum u svibnju, a sporedni u listopadu.

U proljeće i ljeti, kada se kopno znatno jače ugrije nego more, nastaju uvjeti za stvaranje lokalnih grmljavina i oluja u našim krajevima, osobito u unutrašnjosti. Znatan dio oborina u proljeće i ljeti možemo pripisati grmljavinskim oborinama, koje uz jake pljuskove daju znatne količine.

Unutar svakog od ovih dvaju glavnih oborinskih režima jasno se razabiru režimi, koji se međusobno razlikuju po godišnjem hodu oborine. Glavnu karakteristiku godišnjem hodu daje položaj najveće odnosno najmanje mjesečne količine oborine. U maritimnom režimu i u krajevima kontinentalnog režima, gdje je jak maritimni utjecaj, pada maksimum oborine na listopad, studeni i prosinac, i to u sjeverozapadnim krajevima gotovo isključivo na listopad, a idući prema jugoistoku premješta se maksimum na studeni, odnosno na prosinac. Minimum oborine pada na ljetne mjesece, najčešće na kolovoz. U krajevima kontinentalnog režima pada maksimum oborine na lipanj i svibanj, dok najmanju količinu ima veljača ili siječanj.

Prema razlikama u godišnjem hodu oborine razlikujemo na području Hrvatske šest tipova, od toga su dva maritimna, a četiri kontinentalna. U slici 35. grafički su prikazani godišnji hodovi mjesečnih količina oborine izraženih u postotcima srednje godišnje količine za 9 postaja, koje zastupaju svih šest oborinskih režima, a slika 34. prikazuje područja pojedinih tipova oborinskih režima. Tipovi su označeni slovima *T* (topao) i *H* (hladan).

Slovo *H* označuje, da područje pripada maritimnom režimu, a slovo *T* da pripada kontinentalnom režimu. Svako se od ovih glavnih područja *H* i *T* dijeli na manja područja, koja se razlikuju po mjesecu, na koji pada maksimalna količina oborine. Tako se područje *H* dijeli na H_1 i H_2, a područje *T* na 4 područja T_{h1}, T_{h2}, T_1, T_2 (vidi sl. 34.).

U području oborinskih režima tipova H_1 i H_2, koje obuhvaća cijelo Primorje s otocima, Gorski Kotar, Ličko-krbavsko visočje i veće dijelove južnog planinskog zaleđa, pada veći dio količine oborine u hladnijoj polovici godine (X. do III.).

Zimske i jesenske oborine su u oba područja velike, zatim dolazi po količini proljeće i ljeto. Ljeto je najmanje kišovito s 11 do 18%, dok je jesen najkišovitija s 30 do 38% od ukupne godišnje količine. Zima je u sjevernom Primorju gotovo isto tako kišovita kao jesen, dok je u krajevima dalje od mora manje kišovita u korist proljeća, pa u tim krajevima na zimu i proljeće otpada gotovo jednaki postotak.

Idući u smjeru manje geografijske širine raste u ovom području razlika između količine oborine u hladnom i toplom dijelu godine. U Senju na pr. padne u hladnije godišnje doba 56%, u Splitu 62%, u Hvaru 67%, u Dubrovniku 68% od ukupne godišnje količine.

Oba se oborinska režima H_1 i H_2 razlikuju po tome, što kod prvoga maksimum pada isključivo na listopad i znatno je veći od količine ostalih mjeseci, dok kod drugog režima maksimum pada i na ostala dva mjeseca, studeni i prosinac, a razlika količine kod ova tri mjeseca je neznatna. Količina u siječnju je znatno veća kod drugog oborinskog tipa nego kod prvog.

Oborinski režim tipova T_{h1} i T_{h2}, koji obuhvaća sjeverozapadne krajeve države i u uskoj pruzi se proteže prema istoku, omeđen je s jugozapada crtom kontinentalnosti, a sa sjeveroistoka crtom, koja ide od Đurđevca preko Čazme, Kostajnice, Ključa, Jajca, Travnika i Prače do Čajniča. Glavni maksimum oborine je ovdje u listopadu, dok je sporedni kod tipa T_{h1} u lipnju, a kod tipa T_{h2} prelazi na svibanj ili srpanj. U području oborinskih režima tipova T_1 i T_2, koje leži na sjeveru i istoku od ove crte, pada glavni maksimum u topli dio godine, i to kod T_1 na lipanj, a kod T_2 na svibanj, dok sporedni maksimum, koji je također vrlo izrazit, pada na listopad, dakle obratno nego kod oborinskog režima tipova T_{h1} i T_{h2}. Za listopad se općenito može reći, da je najkišovitiji mjesec na području Hrvatske, jer preko polovice područja ima glavni, a ostalo područje sporedni maksimum u tom mjesecu.

U godišnjem hodu oborine sjeverno od crte kontinentalnosti ističe se glavni minimum u veljači. Samo kod nekih postaja pada na siječanj (Kutina, Bjelovar), ali se taj neznatno razlikuje od količine u veljači. Minimum oborine u veljači značajan je za veći dio Evrope.

Kod tipa H_2 idući prema manjim geografijskim širinama premješta se maksimum od listopada prema prosincu i time se približava, naročito na otocima, čistom sredozemnom režimu, koji ima maksimum baš u zimskim mjesecima. Minimum oborine u oba područja H_1 i H_2 pada izrazito na srpanj ili kolovoz i niži je na otocima te srednjem i južnom Primorju nego u sjevernom Primorju: u Senju iznosi 5,0%, u Splitu 3,4%, u Hvaru 2,7%, na Visu 2,5% od ukupne godišnje količine. Na otocima su osobito upadljive male količine za srpanj (u Hvaru 21 mm, a na Visu 14 mm). Događa se, da u pojedinim ljetnim mjesecima, naročito u srpnju ne padne ni kapi kiše. To se događa na Hvaru prosječno svake sedme, a na Visu svake osme godine. Tome se ima pripisati velika ljetna suša i nestašica pitke vode u Primorju i na otocima. Valja još istaknuti sporedni maksimum oborine u oba područja u ožujku i travnju, koji je jače izražen u krajevima udaljenim od mora nego u Primorju i na otocima. Na Bjelašnici, što više, travanjski maksimum nadmašuje listopadski okruglo sa 1% i time postaje glavnim maksimumom.

Cijelo područje sjeverno od crte kontinentalnosti karakterizirano je time, što veći dio oborine padne u toplijem dijelu godine. Indeks *h* uz slovo *T* označuje, da dotično područje ima glavni maksimum mjesečne količine oborine u hladnom dijelu godine,

iako u toplijem dijelu godine (IV.—IX.) padne ukupno više oborine.

Kod kontinentalnih je režima količina oborine jednoličnije razdijeljena po mjesecima odnosno godišnjim dobima, nego kod maritimnih režima H_1, H_2, što se vidi po razlici između maksimuma i minimuma srednje mjesečne količine. Kolebanje mjesečne količine oborine kod tipova *T* kreće se između 3,5 do 7,7%, a kod tipova *H* od 8,2 do 10,6% srednje godišnje količine.

Za režim tipa T_{h1} možemo još reći, da se ističe gotovo pravilan porast količine oborine od veljače do lipnja, zatim nagli pad u srpnju i gotovo jednake količine u srpnju, kolovozu i rujnu ili slabi postepeni porast u kolovozu i rujnu, nagli porast u listopadu i postepeni pad od listopada do veljače. Ukupno kolebanje mjesečne količine iznosi u ovom području (T_{h1}) 4 do 7% od ukupne godišnje količine.

Tip T_{h2} ima još jednoličniju podjelu oborine. Opaža se porast od veljače do srpnja, a zatim pad do veljače poremećen jakim porastom količine u listopadu, koji time iskače kao glavni maksimum, dok u srpnju ostaje sporedni maksimum. U ovom području opaža se tendencija stvaranja sporednih maksimuma u mjesecima svibnju do kolovoza, koji se ističu iz pravilnog hoda oborine. Čakovac na primjer ima maksimum u listopadu i dva skoro jednaka sporedna maksimuma u svibnju i kolovozu (vidi tabl. 45.).

U pogledu razdiobe količine oborine na godišnja doba otpada u područje tipova T_{h1} i T_{h2} oko 30% na jesen i isto toliko u području tipova T_1 i T_2 na ljeto, zatim dolazi po količini kod prvih ljeto, a kod drugih jesen s oko 25% do 29%. Na proljeće otpada 24 do 27%, dok zimi padne na cijelom području oborinskih režima *T* svega 17 do 19% od godišnje količine. Količine oborine u pojedinim mjesecima mogu biti i po nekoliko puta veće ili manje od srednje mjesečne količine, osobito u području primorskog oborinskog režima. Da se dobije predodžba o kolebanju mjesečne količine oborine, dobro će poslužiti tablica 46., u kojoj su za Zagreb i Hvar navedene (uz srednje mjesečne količine) najveća i najmanja mjesečna količina te razlika između njih. Ovo apsolutno kolebanje izraženo je u mm i u postotcima srednje mjesečne količine. Podatci za Zagreb-Grič uzeti su iz 80-godišnjeg niza od 1862. do 1941. godine, a za Hvar iz 62 godine motrenja u dva niza od 1871. do 1915. i 1923. do 1940. Godina 1925. je ispuštena radi nepotpunosti.

Kako se na prvi pogled razabire, mjesečne količine oborine u oba oborinska režima imaju vrlo veliko kolebanje. Apsolutno kolebanje u Zagrebu, kao zastupniku kontinentalnog režima kreće se između 120 i 259 mm, a u Hvaru, kao zastupniku maritimnog režima između 98 i 378 mm. Najveće apsolutno kolebanje mjesečne sume u Hvaru ima studeni, a najveće kolebanje izraženo u postotcima kolovoz. Najveće apsolutno kolebanje mjesečne količine u Zagrebu ima listopad, dok najveće kolebanje u postotcima ima

TABLICA 46. — Srednje mjesečne i godišnje količine; najveće i najmanje mjesečne i godišnje količine oborine u mm; apsolutno kolebanje mjesečne i godišnje količine izraženo u mm i postotcima srednje mjesečne odnosno srednje godišnje količine.

Postaja		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Zagreb	Srednja količina	49	44	59	70	84	96	81	84	85	105	80	63	900
	Najveća količina	133	121	131	146	201	186	229	266	223	270	184	178	1387
	Godina	1865	1879	1865	1919	1939	1893	1926	1870	1928	1895	1925	1874	1937
	Najmanja količina	6	1	6	4	21	18	27	11	11	11	2	9	629
	Godina	1888 1916	1891	1921	1865	1865	1920	1921	1877	1865	1914	1924	1865	1927
	Kolebanje u mm	127	120	125	142	180	168	202	255	212	259	182	169	758
	Kolebanje u %	259	275	212	203	214	175	249	303	249	247	227	269	84
Hvar	Srednja količina	80	62	69	63	45	35	21	35	55	95	100	101	761
	Najveća količina	200	240	171	208	121	99	98	323	185	352	387	257	1320
	Godina	1895	1873	1883	1908	1874	1899	1898	1880	1882	1881	1885	1894	1900
	Najmanja količina	5	3	7	8	1	0	0	0	2	10	9	4	314
	Godina	1924	1926	1938	1901	1908	1924	1871	1879	1890	1871	1927	1924	1926
	Kolebanje u mm	195	237	164	200	120	99	98	323	183	342	378	253	1006
	Kolebanje u %	244	382	238	319	267	283	467	923	333	360	378	252	132

kolovoz. Razlika je u oba slučaja vrlo uvjerljiva. Uzme li se u obzir, da je hvarski niz motrenja za 18 godina kraći od zagrebačkog, to će razlika biti sigurno i veća.

Vrlo male najmanje mjesečne količine u oba mjesta ukazuju na mogućnost suše u svako doba godine, osobito u Hvaru, gdje su tri ljetna mjeseca više puta bila potpuno bez kiše, a dva susjedna svibanj i rujan imaju najmanju količinu 1 odnosno 2 mm. Nasuprot mogućnosti velike suše stoji u istim mjesecima i mogućnost relativno velikih količina oborine. Tako je u Hvaru izmjerena u kolovozu 1880. količina oborine od 323 mm, dok nekoliko puta u istom mjesecu nije palo ni kapi kiše.

U Zagrebu je najmanja mjesečna količina izmjerena u veljači u iznosu od 1 mm, a najveća u listopadu u iznosu od 270 mm, dakle u mjesecu minimuma odnosno maksimuma godišnjeg hoda srednjih mjesečnih količina.

Godišnji hodovi oborine u pojedinim se godinama razlikuju i nestalnošću položaja maksimuma i minimuma. Ni u jednom od naših oborinskih režima nije sigurno, da će u pojedinoj godini maksimum ili minimum pasti na mjesec maksimuma ili minimuma srednjeg godišnjeg hoda. Znatnom vjerojatnošću mogu oba ekstrema pasti na bilo koji susjedni mjesec, što više, u nekim krajevima mogu oni s manjom ili većom vjerojatnošću pasti na bilo koji mjesec u godini.

Vjerojatnost, da će maksimum pasti na maksimalni mjesec srednjeg godišnjeg hoda, iznosi svagdje manje od 50%. Ta je vjerojatnost veća u područjima maritimnog oborinskog režima nego kontinentalnog. U Senju, gdje je listopadski maksimum jako izrazit (sl. 35.), vjerojatnost je za maksimum u listopadu osobito velika (40%). U Hvaru vjerojatnost maksimuma u prosincu (26%) jedva se razlikuje od vjerojatnosti u studenom (25%).

U kontinentalnim oborinskim područjima, gdje je razdioba oborine po mjesecima jednoličnija, položaj je maksimuma u pojedinim godinama jače raštrkan. U Zagrebu su na pr. vjerojatnosti maksimuma u listopadu 25%, u lipnju 14%, u studenom 12%, a i u kolovozu još 11%. U Osijeku jednaka je vjerojatnost maksimuma u lipnju i u svibnju (22%), ona je i u listopadu gotovo istog stupnja veličine (14%), pa i za kolovoz ostaje još 10%.

Iako je općenito vjerojatnost, da maksimum oborine ne će pasti na mjesec maksimuma u srednjem godišnjem hodu, veća (za 20—60%) od vjerojatnosti, da će pasti na taj mjesec, ipak se ističu neki mjeseci, na koje nikada ili rijetko pada maksimum. To su u oborinskom režimu tipa H_1 svi mjeseci od siječnja do kolovoza, a u H_2 od ožujka do rujna. U kontinentalnom režimu oborine ističu se u tom pogledu zimski mjeseci, a napose veljača, u kojoj uopće ne padne najveća količina oborine.

S još manjom vjerojatnošću pada minimum oborine na mjesec minimuma u srednjem godišnjem hodu. Ističu se također

mjeseci, u kojima nikada ili rijetko pada najmanja količina oborine. U području maritimnog režima su mjeseci od rujna do prosinca, odnosno od listopada do siječnja sigurni ili gotovo sigurni, da na njih ne će pasti najmanja količina oborine. U području kontinentalnog oborinskog režima je veljača s oko 24% vjerojatnosti najsigurnija za minimum. Porastom maritimnog utjecaja opada vjerojatnost za minimum u veljači i u ovom području, a time i položaj minimuma postaje raštrkaniji i može pasti na svaki mjesec u godini.

3. BROJ DANA S OBORINOM

Uz godišnju količinu oborine i njezinu podjelu po mjesecima i godišnjim dobima potrebno je poznati i broj dana s oborinom, t. j. na koliko je dana u godini ili mjesecu pala oborina. Kao dan s oborinom broji se svaki dan, kada je u jutro u 7 sati izmjereno barem 0,1 mm oborine. Broj dana s oborinom zove se još čestina oborine, pa će se prema potrebi upotrebljavati oba naziva.

Srednja čestina oborine vrlo je različita na području Hrvatske. U krajevima s većom godišnjom količinom oborine ona je uglavnom veća, a u krajevima s manjom količinom manja. U najkišovitijim predjelima Gorskog Kotara i Velebita iznosi 150 do 190 dana godišnje. Nešto je manja u području planina u zaleđu srednjeg Primorja, a u Primorju je ispod 150 dana i smanjuje se idući prema jugoistoku. Rijeka ima srednju godišnju čestinu oborine 148, Crikvenica 130, Senj 122, Zadar 98, Split 100, Hvar 97 i Vis 82 dana. Na otocima je prema tome najmanja. U ostalim krajevima Hrvatske iznosi srednji broj dana s oborinom u godini 120 do 150. Općenito se može reći, da u najkišovitijim gorskim predjelima oborina pada češće nego svaki drugi dan, na otocima srednjeg i južnog Primorja svaki četvrti dan ili još rjeđe, dok je u ostalim krajevima svaki drugi do treći dan kišovit (v. tabl. 47. zadnji stupac).

Odstupanje od srednjih vrijednosti je i kod čestine oborine u pojedinim godinama veliko i iznosi do 60% u smjeru vlažnosti i suhoće.

Godišnji hod čestina oborine nije tako izrazit, jer razlika između najkišovitijeg i najsušeg mjeseca na cijelom području iznosi 4 do 8 dana (v. tablicu 47.). Veća je u području maritimnog režima, (6—8 dana) nego kontinentalnog (4—5 dana), pa i ta činjenica potvrđuje, da su oborine u području kontinentalnog utjecaja jednoličnije razdijeljene na cijelu godinu nego u području maritimnog utjecaja.

Premda je razlika između najmanje i najveće mjesečne čestine oborine malena, godišnji hod čestine ipak pokazuje stanovitu paralelnost sa hodom mjesečnih količina (sl. 36., iscrtkane krivulje), pa se razlikuju glavni i sporedni maksimum i glavni i spo-

TABLICA 47. — Srednji mjesečni i srednji godišnji broj dana s oborinom ≧ 0,1 mm i srednji dnevni intenzitet oborine u mm.

(Gornji redci: broj dana; donji redci: intenzitet).

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Banja Luka	11,8	10,6	12,2	13,8	**14,9**	12,7	9,6	*8,8*	9,2	11,8	11,9	13,3	140,6
	5,4	*5,4*	5,8	7,5	7,7	9,4	9,2	9,5	9,6	**9,7**	6,7	5,8	7,5
Bijeljina	9,2	8,2	9,4	10,2	**12,0**	10,9	8,0	*7,0*	7,9	9,4	9,1	10,0	111,3
	5,9	*5,5*	5,7	6,9	7,8	8,4	8,8	**9,1**	8,9	8,6	6,4	6,0	7,3
Bjelašnica	15,6	14,3	16,1	17,0	**18,6**	16,7	14,2	*12.6*	13,1	15,4	15,4	16,4	185,4
	11,8	**12,7**	12,6	12,2	9,1	8,8	*7,5*	8,4	10,3	12,1	10,6	11,0	10,6
Crikvenica	10,1	8,8	12,0	12,7	11,6	11,0	7,7	*6,9*	9,6	12,5	13,4	**13,6**	129,9
	9,0	9,7	8,5	*8,0*	9,1	9,0	9,6	13,6	14,0	**15,0**	13,1	9,9	10,6
Fužine	15,2	13,2	15,2	15,9	16,0	16,1	10,7	*8,8*	11,6	**17,5**	14,2	17,3	171,7
	14,1	15,8	19,8	15,8	13,3	13,4	*12,0*	15,7	20,0	22,0	**23,8**	16,0	16,8
Gacko	12,1	10,8	12,2	12,1	**14,1**	11,1	7,8	*7,2*	8,5	11,6	11,6	13,1	132,2
	11,6	12,9	13,7	11,5	8,7	8,2	8,3	*7,4*	14,6	18,5	**19,0**	14,4	12,6
Gospić	13,1	11,6	13,3	13,9	13,2	11,0	7,9	*7,4*	9,7	13,5	**13,7**	15,3	143,6
	11,1	12,0	11,6	11,2	*8,9*	10,2	11,8	12,6	15,7	**18,6**	15,4	12,2	12,6
Hvar	10,0	8,7	10,0	9,0	6,9	6,2	*3,5*	4,4	6,0	9,5	11,0	**11,8**	97,0
	8,0	**7,1**	6,9	7,0	6,5	*5,6*	6,0	8,0	9,2	**10,0**	9,1	8,6	7,8
Livno	10,7	10,1	11,6	12,1	12,0	11,9	7,5	*6,9*	9,6	11,8	11,5	**12,4**	128,0
	8,0	8,6	9,5	9,3	*7,4*	7,6	9,3	10,4	13,3	13,2	12,7	10,7	10,0
Mostar	9,4	8,1	10,6	11,6	11,2	9,6	*5,2*	5,6	7,5	11,5	11,1	**12,2**	113,6
	10,9	11,6	11,3	11,1	8,3	*7,4*	8,8	9,5	12,8	**13,7**	12,8	11,7	11,0
Osijek	11,5	9,8	11,4	12,9	12,8	11,8	9,8	*9,3*	*9,3*	12,0	12,2	**13,7**	136,5
	3,7	3,6	4,5	5,3	6,2	**7,1**	6,1	6,6	6,1	5,9	4,6	*3,4*	5,2
Požega	10,3	8,6	10,5	12,2	13,7	12,9	9,9	*9,3*	9,5	12,1	11,2	12,0	132,2
	4,2	4,3	4,8	5,4	5,8	6,7	6,9	**7,7**	7,3	7,1	5,9	4,8	5,9
Rijeka	10,4	*9,9*	12,6	13,0	14,4	14,2	10,3	9,7	11,5	**15,8**	13,3	12,4	147,5
	9,6	9,8	10,2	9,2	8,3	9,0	*7,4*	10,7	**14,9**	14,2	13,1	12,2	10,8
Sarajevo	11,3	10,0	12,4	13,2	**14,6**	13,7	10,0	*9,4*	10,1	12,2	11,5	12,4	140,8
	5,4	6,0	5,6	5,5	5,6	6,6	6,0	7,1	**8,0**	**8,0**	6,8	5,6	6,3
Split	9,4	9,2	9,5	9,3	7,7	7,0	*4,6*	4,8	6,6	9,6	10,8	**11,8**	100,3
	8,5	7,0	8,6	8,3	8,4	7,7	*6,7*	8,5	11,4	**11,8**	9,8	9,5	9,0
Travnik	9,1	7,8	10,1	11,1	**13,0**	11,1	8,4	*7,4*	8,5	9,9	9,7	9,6	115,7
	6,6	6,9	6,1	6,5	*6,0*	7,0	8,0	8,1	8,9	**9,2**	8,1	7,0	7,3
Tuzla	12,2	10,3	12,0	13,3	**14,0**	13,9	10,1	*9,6*	*9,6*	11,1	10,8	12,1	139,0
	4,6	4,7	5,3	6,4	7,0	8,1	**9,1**	8,4	8,3	7,7	5,9	5,3	6,7
Vis	9,3	7,6	8,3	8,2	6,3	4,9	*2,5*	2,9	4,7	8,3	9,3	**10.3**	82,4
	6,3	6,2	5,3	5,5	*4,9*	5,5	5,6	7,6	**9,8**	8,8	7,7	7,5	6,8
Zagreb-Grič	11,3	*9,3*	11,4	12,8	**14,1**	13,9	11,3	10,4	10,4	12,6	12,8	12,6	142,9
	4,3	4,7	5,2	5,5	6,0	6,9	7,2	8,1	8,2	**8,3**	6,3	5,0	6,3

redni minimum. U području južno od crte kontinentalnosti pada glavni maksimum čestine oborine u prosinac, dok se sporedni javlja u proljetnim mjesecima, osobito u travnju i svibnju. Glavni maksimum iznosi u sjevernom Primorju, Gorskom Kotaru i Lici 13 do 15 dana, a u najkišovitijim predjelima premašuje i taj broj. U srednjem i južnom Primorju i na otocima je maksimum čestine znatno manji: Split 11,8, Hvar 11,8, Vis 10,3. U ostalom području mjesečni maksimum iznosi 12 do 13 dana. Sporedni maksimum u proljetnim mjesecima je otprilike za 2 dana manji. Osim na prosinac pada mjesečni maksimum čestine u sjevernom Primorju i Gorskom Kotaru na listopad (Rijeka, Fužine).

U cielom području kontinentalnog utjecaja ima najviše dana s oborinom u proljetnim mjesecima, dakle i ondje, gdje inače maksimum količine oborine pada u listopad (T_{h1} i T_{h2}), a tek sporedni u lipanj. Maksimum čestine oborine pada u svibanj i time prestizava maksimum količine oborine za jedan mjesec. To dolazi otuda, što su u lipnju oborine rjeđe, ali po količini obilnije. Maksimum čestine oborine iznosi u ovom području 13 do 15 dana.

Najmanji srednji broj dana s oborinom u većem dijelu područja kontinentalnog utjecaja imaju srpanj i kolovoz, a u manjem dijelu područja veljača, no taj se gotovo i ne razlikuje od sporednog minimuma u srpnju i kolovozu. Veljača, koja ima najmanju količinu oborine u ovom području, nema svagdje i najmanju čestinu vjerojatno s razloga, što su u zimsko doba česte oborine od snijega, koje daju vrlo male količine. Ipak u Zagrebu (9,3) i Požegi (8,6) pada glavni minimum čestine oborine na veljaču. Minimum iznosi u pozadini oko 7 do 9 dana, a na otocima je znatno manji i iznosi u Hvaru 3,5 i Visu 2,5 dana, što potvrđuje veliku sušu u ljetnim mjesecima u ovim krajevima.

Odstupanje mjesečne čestine oborine od srednjih vrijednosti u pojedinim je godinama vrlo veliko i promjenljivo. Neka tablica 48. pokaže, u kojim se granicama kreće to odstupanje u Zagrebu i

TABLICA 48. — Srednji, najveći i najmanji mjesečni i godišnji broj dana s oborinom $\geqq$ 0,1 mm.

Postaja			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Vis	Broj dana s oborinom	srednji	9,3	7,6	8,3	8,2	6,3	4,9	2,5	2,9	4,7	8,3	9,3	10,3	82,4
		najveći	22	15	16	14	16	10	8	13	10	19	19	20	115
		najmanji	4	1	2	2	0	0	0	0	1	3	2	3	59
Zagreb-Grič		srednji	11,3	9,3	11,4	12,8	14,1	13,9	11,3	10,4	10,4	12,6	12,8	12,6	142,9
		najveći	24	21	24	22	24	25	23	23	20	26	23	24	196
		najmanji	3	1	3	2	4	6	6	4	2	3	3	3	79

Visu kao predstavnicima kontinentalnog, odnosno maritimnog oborinskog režima.

Vidimo, da na Visu mogu biti četiri mjeseca bez i jednog dana kiše, i to od svibnja do kolovoza, zatim s najmanje jednim danom kiše veljača i rujan, a ostali mjeseci imaju najmanje 2 do 4 dana s oborinom. Najveći broj dana nadmašuje srednji skoro pravilno u svakom mjesecu oko dva puta, s iznimkom u kolovozu, gdje je najveći broj dana s oborinom iznosio 13, te preko četiri puta nadmašuje srednji.

U Zagrebu je najveći broj dana s oborinom imao listopad, zatim dolazi mjesec lipanj, i time su mjeseci s glavnim i sporednim maksimumom mjesečne količine zabilježili i najveći broj dana s oborinom.

Najmanji broj dana s oborinom zabilježen je u Zagrebu u veljači, i to 1 dan. Prema tome u godinama 1862.—1941. nije bilo u Zagrebu ni jednog mjeseca, a da nije barem jedamput padala oborina. Odstupanje od srednjeg broja dana u smjeru suše manje je u toplom dijelu godine nego u hladnom.

Vrijedno je posebno spomenuti mjesec travanj, koji je poslovičan radi promjenljivosti vremena, jer vidimo da može biti gotovo bez oborine.

4. INTENZITET OBORINE

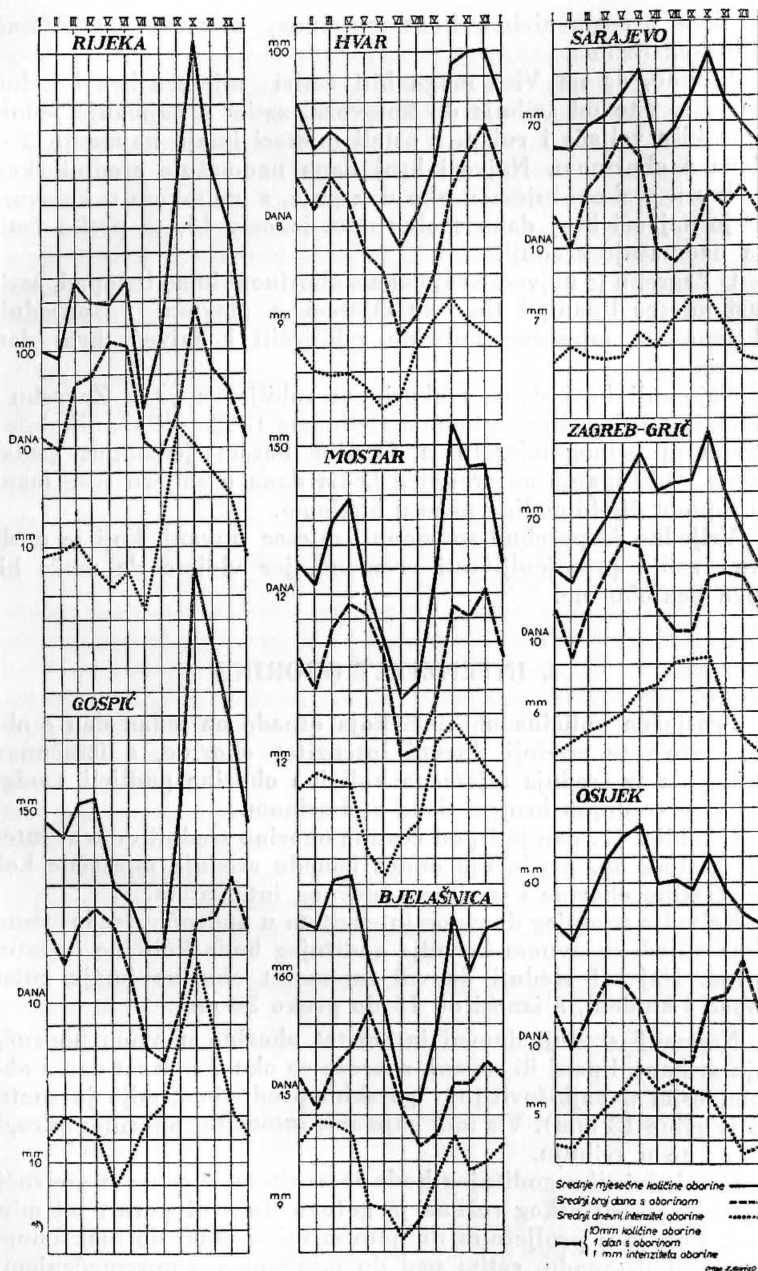
Prosječna količina oborine, koja otpada na jedan dan s oborinom, zove se srednji dnevni intenzitet oborine, a izračunava se tako, da se srednja mjesečna količina oborine podijeli s odgovarajućim srednjim brojem dana s oborinom.

U tablici 47. dan je ispod čestine oborine srednji dnevni intenzitet, a slika 36. predočuje odnos između srednje mjesečne količine, čestine oborine i srednjeg dnevnog intenziteta.

Krivulja srednjeg dnevnog intenziteta u području sredozemnog režima slijedi uglavnom krivulje godišnjeg hoda količine i čestine oborine. Najveći srednji dnevni intenzitet oborine imaju rujan, listopad i studeni, a iznosi od 13 do preko 20 mm.

Najmanji srednji dnevni intenzitet oborine u ovom području imaju svibanj, lipanj ili srpanj, a kreće se oko 7 mm na dan s oborinom, osim u najkišovitijim gorskim predjelima, gdje je znatno veći (Fužine 13 mm). Vis ima najmanji intenzitet oborine: okruglo 5 mm i to u svibnju.

Karakteristika godišnjeg hoda intenziteta oborine u području maritimnog oborinskog režima je gotovo linearni porast od minimuma, koji je u proljetnim ili ljetnim mjesecima, do maksimuma u rujnu ili listopadu, zatim pad do minimuma s poremećenjem i tendencijom stvaranja sporednog maksimuma u veljači. U području kontinentalnog režima krivulja je intenziteta oborine nešto



Sl. 36. Srednje mjesečne količine oborine, srednje čestine oborine i srednji dnevni intenzitet oborine za osam postaja.

pravilnija. Od minimuma, koji je u siječnju ili veljači raste srednji dnevni intenzitet do maksimuma u mjesecima od lipnja do listopada, a zatim, što je maksimum intenziteta na kasnijem mjesecu, to je jači pad prema minimumu. Srednji dnevni intenzitet oborine u Zagrebu ima vrlo jednostavan godišnji hod, postepeni porast intenziteta od siječnja do listopada i nagli pad od listopada do siječnja, u skladu sa godišnjim hodom tlaka pare.

Najmanji srednji dnevni intenzitet u području kontinentalnog utjecaja iznosi 3 do 5 mm, a najveći 7 do 10 mm na dan s oborinom. Općenito se može reći, da srednji dnevni intenzitet oborine opada idući u smjeru jačeg kontinentalnog utjecaja.

Količine oborine manje od 0,1 mm u jednom danu su dosta česte, ali se ne broje u statistici kao dan s oborinom. Mnogo su važnije i interesantnije najveće dnevne količine oborine. Za pet odabranih postaja dane su one u tablici 49.

TABLICA 49. — Najveće dnevne količine oborine.*

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Rijeka	55,4	103,0	59,8	54,8	66,7	59,0	70,7	70,0	160,4	93,0	106,4	89,5	160,4
Gospić	120,2	116,8	80,6	113,1	95,5	95,5	91,7	95,6	110,5	313,6	135,5	89,3	313,6
Hvar	52,0	72,5	68,5	71,0	54,7	43,1	51,3	81,7	120,3	172,7	121,8	119,5	172,7
Zagreb-Grič	40,7	34,7	54,0	42,1	67,5	49,8	84,2	116,9	71,4	82,8	70,2	50,9	116,9
Osijek	23,0	25,6	21,5	28,2	66,8	81,4	72,0	58,0	42,1	55,3	34,3	26,9	81,4

Najveće dnevne količine oborine, koje znaju pasti u jednom danu, vrlo su velike i u pojedinim mjesecima znatno nadmašuju srednju mjesečnu količinu. Najveća dnevna količina oborine, koja je u jednom danu pala na području Hrvatske, iznosi oko 400 mm, ali se ne može točno utvrditi, jer svi podatci o tom nisu još provjereni. Nešto manja maksimalna dnevna količina izmjerena je u Gospiću u listopadu u iznosu od 313,6 mm. U Zagrebu je izmjerena najveća dnevna količina oborine 116,9 mm dne 9. kolovoza 1926. Maksimalne dnevne količine su najveće u području maritimnog utjecaja, i to u mjesecima oko maksimuma mjesečne količine oborine. U području kontinentalnog utjecaja najveće količine potječu od ljetnih grmljavinskih oborina (prolomi oblaka) i lokalnog su karaktera.

* Podatci za Rijeku uzeti su iz razdoblja 1901. do 1910., za Gospić iz razdoblja 1904.—1910., 1921.—1927., 1930.—1940., za Hvar iz publikacije: Pavle Vujević: O podneblju Hvara, Glasnik Geografskog društva sv. XIV.; za Zagreb iz razdoblja 1862.—1941., za Osijek iz razdoblja 1921.—1940.

5. OBORINA NA BJELAŠNICI

Na koncu valja istaknuti posebne oborinske prilike, koje vladaju na Bjelašnici. Na visini od 2067 m Bjelašnica je vrlo istaknuta i izložena zračnim strujama sa sviju strana. Uz veliku godišnju količinu oborine (2 m) ima godišnji hod oborine, kojim se razlikuje od ostalih postaja. S podjelom oborine na toplije i hladnije doba godine i minimumom u kolovozu spada u područje maritimnog oborinskog režima, ali nema glavni maksimum u listopadu ili kojem zimskom mjesecu nego u travnju u iznosu od 205 mm, od kojeg je količina u ožujku samo za 2 mm manja. U listopad pada sporedni maksimum, ali se malo razlikuje od mjesečnih količina u prosincu, siječnju i veljači. Maksimum čestine oborine ima svibanj. U pogledu srednjeg dnevnog intenziteta oborine Bjelašnica se također razlikuje od ostalih postaja. Dok minimum srednjeg dnevnog intenziteta pada pravilno na srpanj, maksimum pada začudo u veljaču, što nije slučaj ni kod jedne postaje, pa se time kao i glavnim maksimumom u travnju, oborinske prilike na Bjelašnici znatno razlikuju od prilika ostalog područja.

LITERATURA:

1. Hellmann G.: Untersuchungen über die jährliche Periode der Niederschläge in Europa. Sitz. Ber. d. Preuss. Akad. d. Wiss. 1924. X—XII.
2. Škreb S.: Oborine u Hrvatskoj i Slavoniji 1901.—1910. Rezultati opažanja i karta izohijeta, Zagreb 1930.
3. Škreb S.: Dnevni i godišnji period kiše u Zagrebu. »Rad« Jugosl. ak. zn. i umj. u Zagrebu, knj. 236. (1929.).

IX. KLIMATSKI ZNAČAJ I KLIMATSKA RAZDIOBA HRVATSKE

Dr Stjepan Škreb i dr Josip Letnik

1. NAČELA PRI OCJENI I RAZDIOBI KLIME HRVATSKE

U prethodnim je poglavljima klima Hrvatske bila podvrgnuta *analizi* time, što je prikazano, kako se pojedini elementi klime mijenjaju u prostoru i u vremenu. Ovom analizom zadaća klimatografije još nije potpuno izvršena. Čovjek, životinja i biljka ne reagiraju biologijski na pojedine elemente klime napose, nego na cjelinu klime, a tu cjelinu čini skup, *sinteza* svih elemenata klime. Da li je neki kraj za bilje suh ili nije, to nije određeno samo količinom oborine, nego zavisi i o temperaturi zraka. Pri višoj se

temperaturi više oborinske vode isparuje, i tlo se oborinskom vodom ne koristi. Tako uz jednake količine oborine raste u Sibiriji prašuma, a u Africi na rubu Sahare pustinjska vegetacija.

Ako sintezu klimatskih elemenata izvršimo za sva mjesta, gdje smo ih meteorologijskim motrenjem utvrdili, pa složivši tako »klimatske tablice« prikažemo klimu pojedinih mjesta, vidjet ćemo, da se ne mogu naći ni dva mjesta, kojih bi se klime potpuno podudarale. Razlike položaja, reljefa i vrsti tla, nadmorske visine i dr. čine, da zapravo svako mjesto ima svoju posebnu klimu. Međutim iako nema potpunog podudaranja, ipak ćemo naći mnogo sličnosti u klimama pojedinih mjesta; naći ćemo na pr. da se vrijednosti klimatskih elemenata u nekom kraju kreću u istim granicama, da se godišnji hodovi kvalitativno podudaraju, da se razdoblja porasta i opadanja vrijednosti vremenski poklapaju, te ekstremi istodobno dostizavaju. Za klime, koje pokazuju izrazitu sličnost, velimo, da pripadaju istom *klimatskom tipu.*

Kakve ćemo i koliko klimatskih tipova razlikovati, zavisi o tome, kojim klimatskim pojavama smatramo klimu dovoljno obilježenom, koje dakle elemente klime uzimamo za podlogu razdiobe i kako ih kombiniramo. Prema stanovištu, koje su pojedini klimatolozi i geografi zauzimali, nastao je priličan broj klimatskih razdioba Zemlje. Prije nego pristupimo određivanju klimatskog značaja Hrvatske i njezinoj klimatskoj razdiobi, potrebno je objasniti gledišta, s kojih ćemo pri tom polaziti.

Pri klimatskoj se razdiobi Zemlje mogu razlikovati dva glavna smjera. Jedan se smjer ne obazire toliko na brojčane vrijednosti elemenata klime, nego karakterizira klimatske tipove po stanovitim geofizikalnim pojavama, koje se mogu smatrati odlučnim za razvoj klimatskih prilika i života. *A. Penck* dijeli Zemlju u klimatska područja prema višku oborinske vode nad isparivanjem, dok *A. Hettner* smatra sustav cirkulacije zraka glavnim čimbenikom, koji odlučuje o klimatskim osobinama nekog kraja, te njegova »genetička« klimatska razdioba karakterizira klimatske tipove po fizikalnim uzrocima i posljedicama. Razdiobe prvog smjera dijele Zemlju na klimatska područja, koja su mnogo većeg opsega nego cijela Hrvatska, pa stoga one mogu poslužiti tek, da se odredi položaj, koji naši krajevi u klimatskom pogledu kao cjelina zapremaju na Zemlji.

Drugi smjer klimatografijske sistematike određuje tipove s pomoću brojčanih vrijednosti klimatskih elemenata. Nije dakako moguće klimatske tipove vezati uz sasvim određene vrijednosti, nego se oni definiraju granicama, unutar kojih se kreću klimatske vrijednosti. Do danas nije uspjelo dati sustav razdiobe, koji bi uvažio sve elemente klime, nego zamršenost zadatka zahtijeva ograničenje na najbitnije elemente. Kao takovi se smatraju elementi druge i treće (vidi uvod) skupine predstavljeni *temperaturom zraka i oborinom.*

Od klimatskih razdioba, koje su udarile ovim putem, najviše su prihvaćene one *E. de Martonnea i W. Köppena.* One imaju u mnogočemu zajedničku osnovicu, a gdje se razilaze, ima svaka svoje prednosti. De Martonneovi tipovi imaju veću zornost, jer su predstavljeni zemljama, u kojima je dotični klimatski tip najizrazitije ostvaren. Na taj je način moguće klimatski tip izgraditi i učiniti življim. Köppenovi su tipovi brojčano oštrije definirani, pa dopuštaju i oštrije razgraničenje klimatskih područja, ali, zbijeni u klimatske formule, oni su apstraktniji od de Martonneovih. Za našu klimatografiju bit će od koristi, ako se poslužimo i Martonneovim i Köppenovim tipovima: prvima, da odredimo odnošaj naše klime prema susjednim zemljama i tako bolje uočimo prelazni značaj naših klimatskih tipova; a drugima, da utvrdimo razlike i granice klimatskih područja u našim krajevima.

Zauzelo bi previše prostora, kad bismo prikazali cijeli sustav navedenih dviju klimatskih razdioba, kako je proveden na cijeloj Zemlji. A nije to ni potrebno, jer se veći dio klimatskih tipova već unaprijed isključuje s obzirom na zemljopisnu širinu, u kojoj se Hrvatska nalazi. Naša je klima svakako izvantropska, a to će reći, da imaju izraziti godišnji hod i temperatura i oborina. Glavna je razdioba godine u našim širinama razdioba po temperaturi u topli i hladni dio. Oborine ima u ovim širinama, zahvaljujući ciklonama, manje više kroz cijelu godinu. Stoga pravog suhog godišnjeg doba tropskih krajeva kod nas nema, iako u svima našim krajevima postoje mokrija i suša[1] godišnja doba. S druge strane zemljopisni nas položaj isključuje iz područja izrazito hladne klime, gdje zima zaprema veći dio godine. Naši krajevi spadaju u cjelini u područje *umjerene klime.*[2]

Umjerena se klima po de Martonneu dijeli u dva glavna klimatska tipa: na toplo-umjerenu klimu sa blagom zimom, te na umjerenu klimu s izrazitom zimom. Svaki se od ovih tipova dijeli na oceansku i kontinentalnu varijantu.

Toplo-umjerena klima s blagom zimom nazvana je i *mediteranskom*[3] *(sredozemnom),* jer se izrazito pojavljuje u zemljama oko Sredozemnog mora, ali je ima i drugdje (Kalifornija, Čile, južna Afrika i južna Australija). Ovaj klimatski tip zaprema na našoj polutki južni dio umjerenoga područja, uglavnom subtropske širine od 30° do 40°, ali u Evropi, gdje pokrajna mora Sredo-

[1]) Riječi »mokar« i »suh« označuju u ovom poglavlju, kakav je kraj ili razdoblje u pogledu količine oborine.

[2]) U visokim gorama može i kod nas klima biti hladna; tako na Bjelašnici (v. tabl. 25.) i najtopliji mjesec ima srednju temperaturu ispod 10°, što odgovara polarnim prilikama.

[3]) Mediteranskom označujemo klimu kao opći pojam, klimatski tip, koji, iako ostvaren u nekim dijelovima Sredozemlja, ipak nije vezan uz ovo područje. Za razliku označujemo kao sredozemne one pojave, koje (kao na pr. sredozemne ciklone) regionalno pripadaju Sredozemlju.

zemlja zadiru duboko u kontinent, dopire i do 45° sjev. širine. Za oceansku varijantu mediteranske klime reprezentativan je Portugal, a za kontinentalnu Grčka. Pokazat će se, da Hrvatska ima udjela u mediteranskoj klimi, više u kontinentalnoj varijanti nego u oceanskoj.

Umjerena klima sa izrazitom zimom na sjevernoj polutki zaprema sjeverni dio umjerenog područja, otprilike do 55° širine. Za oceansku varijantu je reprezentativna bretonska klima na atlantskoj obali Francuske, a za kontinentalnu klima b. Poljske. Oceanske varijante ne ćemo u Hrvatskoj naći. Za kontinentalnu varijantu, koja postoji u Poljskoj, kamo zimi već dopiru odvojci sibirskih anticiklona, pa je zima vrlo suha, ne ćemo kod nas naći većeg suvislog područja, ali se pojedinačno mogu naći njezina obilježja. — Postoji međutim prijelaz od kontinentalnog poljskog tipa prema mediteranskom, koji se pojavljuje u srednjem i donjem Podunavlju. Kako je ovo područje Alpama, Karpatima i Balkanskim gorjem ograđeno prema okolnim zemljama, mogla se ovdje ostvariti kontinentalna varijanta, koja je dosta jasno odskočila od susjednih područja. Ovaj *podunavski tip* (de Martonne), koji se nalazi i u dolini Pada i u južnoj Rusiji, ima prirodno mnogo zajedničkog sa klimom naših krajeva. Reprezentativna je za podunavski tip Rumunjska.

Köppenova klimatska razdioba uvažava u jednu ruku granice, u kojima se kreće temperatura najhladnijeg i najtoplijeg mjeseca, pa i neka obilježja godišnjeg hoda temperature, a u drugu ruku uvažava količinu oborine u omjeru prema temperaturi i osobine godišnjeg hoda oborine. Köppenovi klimatski tipovi, koji za površno gledanje daju dojam nečeg umjetno konstruiranog, u istinu su izabrani prema takvim klimatskim prilikama, »koje se u znatnim prostorima Zemljine površine prilično jedinstveno pojavljuju, a ogledaju se u prirodi i u životu čovjeka«. I kod Köppenovih tipova treba da se osvrnemo samo na ona dva glavna tipa, koji dolaze u obzir za Hrvatsku. Prvi tip, označen kao *C-klima,* je *toplo-umjerena kišna klima;* mrazovi i snijeg pojavljuju se doduše u hladno godišnje doba, ali uvijek prekidani toplim periodima, tako da dugotrajni snježni pokrov nije redovita pojava. Biljni život ima u pojedina godišnja doba zastoj, ali nema jačeg prekida. Drugi je tip *D-klima, borealno-subarktička klima,* kišna klima, u kojoj se tlo redovito prekriva dugotrajnim snježnim pokrovom, a postoje i ljeto i zima u izrazitom obliku; ovdje uspijevaju i šume i žito.

C-klima obilježena je time, što se temperatura najhladnijeg mjeseca kreće između —3° i +18°. Podrazdioba ovog klimatskog tipa ravna se ponajprije po godišnjem hodu oborine, i to prema tome, da li suho razdoblje pada u topli dio godine *(Cs)*[1], u hladni

1 Oznake prema njemačkom izvornom djelu: s = sommertrocken; w = wintertrocken; f = beständig feucht.

dio *(Cw)* ili je oborina prilično jednoliko razdijeljena na cijelu godinu *(Cf)*. Klime *Cw*, gdje je hladni dio u odnošaju prema toplom tako suh, da najsuši hladni mjesec ima manje od desetine oborine najkišovitijeg toplog, kod nas nema. Za tip *Cs* treba da najsuši topli mjesec ima manje od trećine oborine najkišovitijeg hladnog mjeseca. Ako nijesu ispunjeni uvjeti ni za *Cw*, ni za *Cs*, onda *C*-klima pripada tipu *Cf*. Ako slovo *s* odnosno *w* pristupa oznaci *Cf* kao treće *(Cfs, Cfw)*, onda je time označeno, da suhog perioda u gore navedenom smislu doduše nema, ali najsuši dio godine pada u toplo odnosno hladno godišnje doba.

Od osobite je važnosti za naše krajeve jedan prelazni tip definiran u prvom redu osobinom godišnjeg hoda oborine. Budući da se ne da pravo smjestiti u cijelu shemu tipova, Köppen ga je označio *x*-klimom po slovu *x*, koje kod takve klime stavlja na kraj klimatske formule. *x*-tip se pojavljuje u Evropi oko 45-og stupnja širine, gdje se stepska klima dodiruje sa tipovima *Cs* i *Cf*, i na rubu *D*-klime.[1] On je važan za ratarstvo, a po starijem nazivlju Köppenovih tipova predstavlja uglavnom područje kukuruza. Osobina je *x*-klime u tom, što maksimum količine oborine pada u proljeće ili rano ljeto (ožujak do lipnja), dok je kasno ljeto suho i vedro. Ako se ovom maksimumu u početku toplog dijela godine pridružuje još maksimum u kasnoj jeseni, koji često i premašuje prvi, onda Köppen takav »račvasti« tip, koji se pojavljuje osobito u zapadnom Sredozemlju, označuje sa *x*". Dvije crtice uz *s* odnosno *w* kao oznake godišnjeg hoda oborine označuju kod Köppena cijepanje kišnog razdoblja u dva maksimuma s kratkim sušim razdobljem između njih. Tako *s*" znači, da se uz suho ljeto zimski kišni period rascijepao (na pr. suhim siječnjem) u dva maksimuma.

Daljnja se podrazdioba *C*-klime ravna po temperaturi najtoplijeg mjeseca: slovo *a* označuje, da je srednja temperatura najtoplijeg mjeseca veća od 22 ^{0}, a slovo *b*, da je manja od 22 ^{0}. *x*-klime očituju svoj prelazni značaj i tim, što im se temperatura najtoplijeg mjeseca (srpnja) kreće u blizini granice 22 ^{0}.

Za klimu *Cs*, bilo topliju *Csa*, bilo hladniju *Csb*, prihvaća Köppen Hettnerov naziv *etezijske klime*. U pogledu raslinstva karakterizirana je *Cs-klima* zimzelenim grmljem i drvećem (makija), topliju *Csa* označio je Köppen specijalno kao klimu masline, a hladniju *Csb* kao klimu vrištine. *Cf* ima šume (osobito bukove), gdje je tlo pogodno, a ne smetaju prejaki vjetrovi.

Köppenova *subarktička D-klima* obilježena je u pogledu temperature tim, da je srednja temperatura najhladnijeg mjeseca manja od — 3 ^{0}, a najtoplijeg iznad 10 ^{0}, te postoji i toplo ljeto i stroga zima. Ovaj je tip kontinentalnog značaja sa znatnom godišnjom amplitudom temperature. Podrazdioba *D*-klime provedena je po istim načelima kao podrazdioba *C*-klime. Ne pojavljuju se sve podvrste u Evropi, nego samo *Df*, pa *x*-tipovi *D*-klime, kojih ima u Alföldu.[1] U Evropi nema tipa *Dfa*, gdje bi uz tako hladnu zimu temperatura najtoplijeg mjeseca bila veća od 22 ^{0}, a koji postoji u Sjev. Americi. Uglavnom postoji kod nas tip *Dfb*, u kojemu je najtopliji mjesec ispod 22 ^{0}, a ima barem 4 mjeseca sa temperaturom iznad 10 ^{0}.

1 Uz naše krajeve u Evropi još dolina Pada; sjeverna Španjolska južno od Kantabrijskog gorja i Pirineja; u Francuskoj Basses Pyrénées i Haute Garonne; Rumunjska.

2. KLIMA HRVATSKE S GEOFIZIKALNOG GLEDIŠTA

Ako značaj klime cijele Hrvatske treba označiti jednim jedinim terminom, koji tim krajevima određuje mjesto u klimatskom sustavu sjeverne Zemljine polutke, onda je možemo nazvati *etezijskom* (u smislu Hettnerovu), uzevši kao osnovu ove ocjene cirkulacioni sustav. Etezijska klima je maritimno-subtropski klimatski tip, koji u Evropi dopire dalje na sjever, a pojavljuje se najizrazitije na zapadnim obalama. Ime je dobila po etezijama, ljetnoj struji zraka, koja ima u neku ruku pasatni značaj, jer je pokrenuta cirkulacionim sustavom ljetnih anticiklona zapadne i srednje Evrope, a ove su anticiklone odvojci subtropskog područja visokog tlaka, pomaknutog ljeti na sjever i na kontinente (sl. 5.). Dok su etezije dominantna crta ljetnih prilika, hladnim dijelom godine vladaju u etezijskoj klimi ciklone, dakle izvantropski oblici cirkulacije. Premda posljedice ovakvog cirkulacionog sustava, suho i vedro ljeto, blaga i mokra zima, nijesu na oko ostvarene u cijeloj Hrvatskoj, ipak se po koje etezijsko obilježje klime može u svima našim krajevima primijetiti. Tako je ljeto u cijeloj Hrvatskoj najvedrije doba godine, a ciklonalna djelatnost hladnog dijela godine daje listopadu značaj najkišovitijeg mjeseca. Da i strujanje zraka ima kroz godinu opći karakter etezijske klime, vidi se neposredno na razdiobi smjerova vjetra na onim postajama, gdje strujanje nije modificirano utjecajem tla (v. tabl. 8., slika 12.).

O dubini, do koje etezijska klima s maritimnim obilježjima dopire u kopneno zaleđe, odlučuje raspored gorja. Gdje je Primorje od zaleđa rastavljeno visokim gorskim lancem, čista se etezijska klima ograničuje na uski obalni pojas. Tako na sjeveru stvara Velebit pregradu, dok u južnim krajevima etezijska obilježja dopiru dublje u zaleđe. Stoga izoterme, izonefe, izohijete i izohigre zakreću južno od Velebita jače na istok. Put u zaleđe otvaraju zraku s mora, a time i etezijskim obilježjima klime osobito riječne

1 Tip *Ds* po Köppenu uopće ne postoji, jer suho ljeto ne prodire do krajeva s tako hladnom zimom. Međutim, ako se može vjerovati 10-godišnjim nizovima temperature i oborine, postoji taj tip na nekim gorskim postajama Hercegovine. (Obrnje na visini 1147 m, Šipovica 1200 m, Čemerno 1329 m). Hladna zima uvjetovana je visinom, a suho ljeto je etezijsko obilježje.

doline. Stoga u dolinama Neretve i Krke pokazuju izoterme, izonefe i izohijete karakteristične izbočine prema kopnenom zaleđu. Naprotiv u sjevernom zaleđu imaju izolinije izbočine prema zapadu. Izonefe ovdje pokazuju, kako se idući od obale prema istoku brzo svršava etezijski režim vedrine, pa se gotovo neposredno ulazi u područje najveće naoblake.

Gradacija u meridionalnom smjeru kao i pri prodiranju u kopno, koja je svojstvena etezijskoj klimi, u hrvatskim je krajevima izrazita. Idući Primorjem s juga na sjever kišni se period od same zime sve više proširuje na cijeli hladni dio godine, pa u najsjevernijem dijelu ostaje suha samo sredina ljeta. Idući prema sjeveru temperatura znatno opada. Prema unutrašnjosti kopna amplituda temperature raste, naročito zima postaje hladnija; ukupna godišnja količina oborine opada od izvanredno velikih iznosa na primorskim obroncima gorja gotovo do granice suhoće stepske klime, a topli dio godine postaje relativno sve mokriji. Profili »sredozemnoga učinka«, ciklonalnoga porasta naoblake u proljeću, pokazuju očigledno obje gradacije etezijske klime.

Prevladavanjem zapadne komponente u prosjeku izvantropske cirkulacije razjašnjuje se činjenica, da se etezijske značajke klime u zaleđu zapadnih obala nanovo pojavljuju na onim gorama, koje su na udaru zapadne struje. To se kod nas jasno razabire na klimatskim elementima Bjelašnice, koji svojim obilježjima toliko odstupaju od okolice. Maritimnog su značaja, a to će reći etezijskog podrijetla, na Bjelašnici: razdioba smjerova vjetra; maksimum temperature u kolovozu; pojačani primorski M-tip hoda relativne vlage; proljetni porast naoblake; proljetni maksimum količine i čestine oborine. Kako je Bjelašnica jedina postaja u tolikoj visini, nije moguće ustanoviti, kako su raspoređena etezijska obilježja po visovima zaleđa. Da tih obilježja ima i drugdje, pokazuje veoma suho ljeto na postajama hercegovačkog planinskog zaleđa (Gacko, Obrnje, Šipovica, Čemerno).

Po hidrologijskom značaju spada Hrvatska potpuno u »freatički tip humidne klime« (Penck), gdje pada više oborine, nego što se vode isparuje, pa nastaje višak, koji se pojavljuje u obliku stalnih vodenih tokova. Ti se tokovi ne hrane izravno od oborina, nego se višak oborinske vode sabire pod zemljom kao voda podzemnica, koja onda u izvorima izbija na površinu. Vode podzemnice ima u svima našim krajevima, pa i u krškim predjelima. Time, što nadzemni tokovi u krškim krajevima znaju ljeti presahnuti, ovi se krajevi ne isključuju iz freatičkog tipa.

Da u Hrvatskoj nema one suhoće, koja odgovara aridnim krajevima, proizlazi i iz brojčanog odnosa oborine prema temperaturi. Suhim se smatra kraj, ako je godišnja količina oborine, izražena u cm, manja od iznosa dvostruke godišnje temperature, izražene u stupnjevima. Najmanje su godišnje količine oborine na našim

južnim otocima, a tu prolazi i najviša godišnja izoterma (17 °). Ipak još i Vis sa svojom ekstremno malom godišnjom oborinom (56 cm) premašuje dvostruku godišnju temperaturu (33 °). I relativno suhi sjeveroistočni krajevi daleko su od suhoće (Hrvatska Mitrovica, oborina 63 cm, dvostruka temperatura 22 °). No pojedini mjeseci, ako se suhoća pojedinog mjeseca definira (po de Martonneu) analogno, uzevši samo mjesečne vrijednosti oborine u mm mjesto u cm, mogu kod nas biti suhi.

Tako su suhi mjeseci:

u Mostaru	srpanj
u Splitu	srpanj i kolovoz
u Šibeniku	srpanj i kolovoz
u Dubrovniku	srpanj i kolovoz
u Hvaru	lipanj, srpanj i kolovoz
u Visu	svibanj, lipanj, srpanj i kolovoz.

U sjeveroistočnim krajevima nema nijednog suhog mjeseca, jer ondje pada najviše oborine u najtoplijim mjesecima.

Suhoća se dakle u Hrvatskoj ograničuje na 1—4 mjeseca u najtoplije godišnje doba u srednjem i južnom Primorju, odakle prodire i u krajeve oko donjeg toka Neretve. U južnom Primorju suhoća napreduje idući od obale prema otocima, a to je u vezi s tim, što u tom smjeru brzo opada količina oborine, dok ljetna temperatura ne opada bitno.

Ni po Köppenovim kriterijima suhoće, kojom se krajevi isključuju iz C- odnosno D-klime, nema kod nas suhoga kraja. Samo je Vis blizu granice suhoće, a on bi imao Köppenovu suhu klimu istom onda, kad bi imao godišnje manje od 50 cm oborine ili godišnju temperaturu za 1 ° veću.

3. MEDITERANSKA KLIMA U HRVATSKOJ

Mediteranska klima obilježena je blagom zimom, poremećenom i kišovitom zbog prolaza ciklona; ljetom mirnim, suhim i vedrim s prilično visokim temperaturama, koje se katkad približuju i tropskim. Oceanska varijanta (Portugal) i kontinentalna (Grčka) razlikuju se u tom, što su u oceanskoj godišnji ekstremi temperature pomaknuti u kolovoz i veljaču, dok su u kontinentalnoj u srpnju i siječnju; što je amplituda temperature u oceanskoj varijanti manja (ispod 15 °); što se oborinsko razdoblje hladnog dijela godine nalazi kod oceanske varijante u jeseni i zimi, a kod kontinentalne u zimi i proljeće.

Ovako definirana mediteranska klima ostvarena je na znatnom području u Hrvatskoj, dakako u njezinu zapadnom dijelu. Obilježja ove klime ima naše cijelo Primorje, a naročito treba istaći blagu zimu: u cijelom Primorju nema mjesta, gdje bi temperatura

najhladnijeg mjeseca u dugogodišnjem srednjaku bila ispod 5 ⁰ (tabl. 25.). Zimski period ograničen je na najviše 4 mjeseca izuzevši najsjeverniji dio Primorja (Rijeka 5 mjeseci). Srednje i južno Primorje s ljetnim periodom, koji obuhvata 4 topla mjeseca[1], pokazuje već subtropska obilježja. Da je meridionalna gradacija mediteranske klime kod nas, kao i inače u Sredozemlju vrlo izrazita, vidi se među inim iz izoterma: područje mediteranske klime presijecaju kod nas 4 godišnje izoterme, a 6 zimskih. Taj opseg promjene odgovara otprilike razlici između Alžira i Marseillea, on je dakle velik.

Granica, dokle mediteranska klima prodire u zaleđe, izlazi različita prema kriteriju, koji ističemo. U pogledu temperature može se granicom smatrati izotalantoza 20 ⁰ (sl. 18.), ali šire područje dobivamo, ako uzmemo, da je pod mediteranskim utjecajem sve ono, kuda prolaze (crvene) godišnje izoterme iznad 11 ⁰ (sl. 15a.). U pogledu naoblake bila bi nam granica izonefa 5 svojim zapadnim potezom (sl. 30.). Po oborinskom režimu možemo granicom smatrati »crtu kontinentalnosti« (sl. 34.), koja rastavlja oborinska područja *H* i *T*. S ovom se crtom donekle podudara u značenju i toku rastavna crta područja sa Köppenovim oborinskim oznakama *s* i *w* (sl. 37.). Pri svakom od ovih ograničenja područje je mediteranske klime na sjeveru znatno uže, što se tumači djelovanjem klimatske pregrade Velebita.

U našem području mediteranske klime nije nigdje ostvarena u čistom obliku ni oceanska ni kontinentalna varijanta, nego se pojavljuju samo prelazni tipovi. Od obilježja *oceanske varijante* nailazimo na maksimum temperature u kolovozu, a minimum u veljači u Rabu, a i u Bonasteru vidimo očitu naklonost ovom zakašnjenju ekstrema. Amplitudu ispod 15 ⁰ ima samo vrlo maritimno položena Palagruža. Jesen je svagdje kišovitija od proljeća, pa i ondje, gdje sekundarni proljetni maksimum odaje prisutnost kontinentalne varijante. S *kontinentalnom varijantom* ima hrvatski mediteranski tip zajedničko, što unatoč prosječno blagoj zimi nastaju uslijed hladnih vjetrova iz kontinentalnog zaleđa (bura) povremeno vrlo niske temperature, pa led i snijeg; češće dakako u sjevernim krajevima. S tim u vezi su i srednji apsolutni minimumi temperature dosta niski (Crikvenica —5,4 ⁰; Mostar —5,1 ⁰; Hvar —1,8 ⁰), pa se u tom podudara naš mediteranski tip sa kontinentalnom grčkom varijantom (Atena —1,6 ⁰, Kavala —5,6 ⁰), dok su u oceanskoj portugalskoj ti minimumi viši (Lisabon +2,9 ⁰; Coimbra —0,6 ⁰).

Amplituda temperature odgovara također grčkim prilikama; tako su amplitude u Senju, Šibeniku i Splitu jednake amplitudi Atene (18,7 ⁰). — U naoblaci hrvatski mediteranski tip odgovara

[1] Kao hladan se definira redovno mjesec sa srednjom temperaturom ispod 10 ⁰, kao topao s temperaturom iznad 20 ⁰, dok su mjeseci sa temperaturom između 10 ⁰ i 20 ⁰ umjereni.

više portugalskoj klimi nego grčkoj, koja je vedrija. Ali maksimum naoblake u veljači, koji se pojavljuje u više postaja našeg zapadnog pojasa, nalazimo i na Peloponezu. Male relativne vlage u području relativne izohigre 65% (sl. 23.) odgovaraju i Portugalu i Grčkoj.

Prijelaz od jednog klimatskog tipa na drugi očituje se osobito u tom, da su klimatske karakteristike u prelaznom području vrlo nestalne; u jednim se godinama pojavljuju više karakteristike jednoga tipa, u drugima karakteristike drugog tipa. Tako je i u našem mediteranskom području. Iako su ekstremi temperature u kolovozu odnosno veljači prodrli na vrlo malo postaja u srednji godišnji hod, u pojedinim se godinama ovi »oceanski« ekstremi vrlo često pojavljuju. U prosjeku cijele Hrvatske minimum se pojedinih godina u 19% slučajeva premješta na veljaču, a maksimum u 31% slučajeva na kolovoz. U Primorju je taj postotak povećan (Crikvenica 25%, 32%; Senj 28%, 53%). I kod oborina se opaža vrlo veliko kolebanje godišnjeg hoda u pojedinim godinama.

4. KLIMATSKI TIPOVI EVROPSKOG KONTINENTA U HRVATSKOJ

Svi krajevi Hrvatske, u kojima se ne očituje mediteranski klimatski tip, imaju *umjerenu klimu s izrazitom zimom*, s više od 4 hladna mjeseca, ali najviše tri mjeseca sa srednjom temperaturom ispod 0 ⁰ (ovdje se dakako ne ubraja Bjelašnica). U području ove klime nema gorskih pregrada ni drugih prirodnih okolnosti, koje bi oštrim granicama rastavljale varijante ove klime. Tu se razabiru prijelazi u svim smjerovima prema susjednim klimatskim područjima, a jaki su i lokalni utjecaji, koji stoje do nadmorske visine postaja, njihove veze sa maritimnom cirkulacijom zraka, ciklonskim stazama i dr. Sve su međutim varijante u biti *kontinentalnog* značaja, hladni je dio godine pod utjecajem anticiklona, pa ima manju količinu oborine. Ovaj utjecaj nije tako jak, da bi dao zimsku suhoću, kakvu ima poljski klimatski tip, ali je ipak dovoljan, da najsuši mjesec pada u zimu (veljača, gdjegdje siječanj, v. tabl. 45.). Daljnje je kontinentalno obilježje nagli porast temperature u prvom dijelu godine, koji se osobito jasno razabire u odstupanju relativnih temperatura od simetričnog hoda. Takvim se porastom, t. j. naglim dolaskom proljeća iza zime, ističu osobito središnje postaje (Sarajevo, Bihać, Banja Luka, Tuzla, Bijeljina, Travnik). U ovim je mjestima travanj za 9 ⁰ do 10 ⁰ topliji od veljače (u Primorju samo 5 ⁰ do 6 ⁰), i s takvim porastom ovi krajevi jedva zaostaju za Poljskom. Brzi proljetni razvoj vegetacije, koji je s tim u vezi zapažen u Poljskoj, postoji vjerojatno i u ovim našim krajevima, ali na žalost ne raspolažemo fenologijskim podatcima, koji bi to potvrdili. Oborinskim se režimom najviše približuju izrazitoj kontinentalnoj varijanti najsjeverniji naši krajevi,

kako se može i očekivati. Tu su reprezentativni Čakovac i Koprivnica sa kišovitim kasnim ljetom, pa obje postaje izrazitim sporednim maksimumom oborine u to doba (Čakovac u kolovozu, Koprivnica u srpnju) očituju povezanost sa onim kontinentalnim krajevima (Poljska, Baltik), koji imaju glavni maksimum u srpnju ili kolovozu. U istom smislu govori i minimum oborine u veljači, koji je u ovom našem kraju osobito nizak. Postaje u blizini »crte kontinentalnosti« (sl. 34.) kao Bihać, Travnik i Sarajevo imaju osobito jednoličnu razdiobu oborine na mjesece (najsuši mjesec još ima više od polovice oborine najmokrijeg). Takva razdioba, koja je rezultat kombinacije maritimnog i kontinentalnog utjecaja, daje oborinskom režimu ovih postaja subkontinentalni značaj (de Martonne), ali godišnji im je hod temperature kontinentalan.

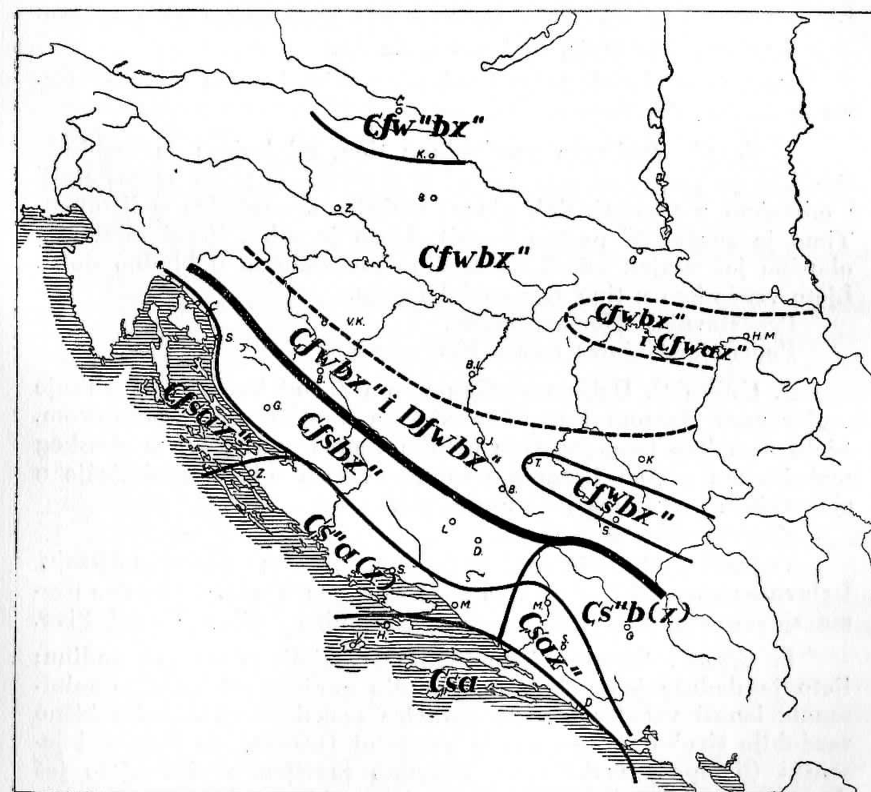
Više prostora nego jako kontinentalna (poljska) varijanta umjerene klime sa izrazitom zimom zaprema *podunavska varijanta.* Kontinentalnost temperaturnih prilika je u ovom tipu mjestimice još jače istaknuta naglim proljetnim porastom (travanj—veljača 11^0 do 13^0), pa i većim godišnjim amplitudama, koje odgovaraju istočnoj strani poluotoka. Ali proljeće je mokrije, maksimum je oborine već u lipnju pa i ranije, a kasnije ljeto je dosta suho i vedro. Podunavski lipanjski glavni maksimum količine oborine (naš oborinski tip T_1) zaprema velik dio naših krajeva; njegova granica (slika 34., iscrtkana) može nam obilježiti, dokle kod nas seže suvislo područje podunavskog klimatskog tipa. Ovom klimatskom tipu kao da otvara put prema zapadu dolina Save; njegovo prodiranje prema zapadu pokazuje »klin suhoće«, što ga čini između Save i Drave istočni potez izohijete 1000 mm (sl. 33.). Izbočenost prema zapadu, koja govori u istom smislu, pokazuje i sjeveroistočni potez izonefe 5 (sl. 30.), pa i izotalantoze većih amplituda (sl. 18.). Izbočila se jako u istom smjeru i apsolutna izohigra $8^1/_2$ (sl. 28.), ali to kao da je proizvod vlažnih širokih riječnih dolina Podunavlja.

Sporednim lipanjskim maksimumom oborine odaje se podunavska komponenta i u području oborinskog tipa Th_1 (sl. 34.), gdje listopadski glavni maksimum pokazuje mediteranski utjecaj. I kod kontinentskih klimatskih tipova očituje se prelazni karakter naše klime u velikoj kolebljivosti godišnjih hodova klimatskih elemenata. Isto se mjesto u različitim godinama vlada po različitim klimatskim tipovima. Tako na pr. Zagreb, koji spada u područje oborinskog tipa Th_1, te ima glavni maksimum oborine u listopadu, a sporedni u lipnju, u pojedinim godinama zna lipanjskim glavnim maksimumom prijeći u podunavski tip T_1, a u nekim godinama (tako na pr. u najkišovitijoj od 80 godina ovamo, god. 1937.) zna imati glavni maksimum i u kolovozu i time primiti klimatsko obilježje sjevernijih krajeva.

5. KLIMATSKA PODJELA HRVATSKE

Na temelju građe, koja je prikupljena za ovu klimatografiju, možemo pokušati podijeliti Hrvatsku na klimatska područja prema Köppenovoj klasifikaciji. Takva podjela ima značaj pokušaja, t. j. ona ne može dati definitivnih rezultata, ni oštrih i sigurnih granica klimatskih područja iz više razloga: mreža meteorologijskih postaja nije svagdje dovoljno gusta; za odluku u brojnim dilemama, koje nastaju pri pridjeljivanju klime pojedinih mjesta klimatskim tipovima, nizovi motrenja često nijesu ni dovoljno dugi ni dovoljno pouzdani; klimatska područja prelaze postepeno jedna u druga, a s pojedinim postajama često presežu jedna preko drugih; konačno postoje kod nas brojni klimatski singulariteti, koji se teško svrstavaju u opću shemu.

U slijedećem ćemo navesti Köppenove tipove, koji se u Hrvatskoj mogu ustanoviti. Uz svaki od ustanovljenih tipova dane su glavne karakteristike, nadalje postaje, koje su glavni predstav-



Sl. 37. Klimatska područja Hrvatske po Köppenovoj klasifikaciji

nici dotičnog tipa, te ono suvislo područje, koje dotični tip (vjerojatno) zaprema.

1. *Csa;* etezijska klima, »klasična klima sredozemnih obala«; izraziti zimski maksimum oborine, maksimalna zimska mjesečna količina oborine i preko pet puta veća od najmanje ljetne; ljeto vruće (srpanj 25⁰—26⁰), suho i vedro.

Glavni predstavnik Vis, donekle i Hvar i Dubrovnik, iako kod ovih posljednjih zimski maksimum oborine već pokazuje tendenciju cijepanja.

Područje: uski južni obalni pojas do ušća Neretve i južno otočje, koje je unutar izonefe 4. (sl. 30.). Na obali kopna prelazi klima u tip

2. *Cs"a (x).* Prelazni etezijski tip, u kojem se zimsko razdoblje maksimalne oborine sve više cijepa kratkim sušim razdobljem (siječanj, gdjegdje i veljača). Pojavljuje se u još neizrazitom obliku proljetni maksimum oborine (u ožujku) kao obilježje *x*-klime. Ljeto vruće kao kod tipa 1., ali nešto oblačnije i manje suho.

Predstavnici: Split, Makarska, Zadar.

Područje: obalni pojas pred Dinarskim lancem od ušća Neretve do Ravnih Kotara.

3. *Csax"* Varijanta prethodnog tipa, od kojega se razlikuje tim, što je proljetni sekundarni maksimum oborine samostalniji i odmakao u travanj, dok glavni maksimum odmiče u listopad. Time je značaj *x"* postao izrazit. Ljeto je suho, ljetni minimum oborine još uvijek manji od trećine maksimuma u hladno doba. Ljeto vruće kao u tipu 1., naoblaka veća.

Predstavnici: Mostar, Stolac.

Područje: Najniža terasa Hercegovine.

4. *Cs"b (x).* Daljnja varijanta tipa 2., od kojega se razlikuje umjerenom ljetnom i prilično niskom zimskom temperaturom. Ljeto za takve temperaturne prilike veoma suho (omjer zimskog maksimuma prema ljetnom minimumu veći od 4). *x*-obilježje u sjevernijim postajama jače naglašeno.

Predstavnik: Gacko.

Područje: Ograničenje nesigurno, jer se tipovi miješaju. Uglavnom goroviti krajevi oko gornjega toka Neretve. Granica prema sjeveroistoku otprilike crta Ivan-planina—slijev Tare i Pive.

5. *Cfsax".* Oborina jednoličnije razdijeljena na svu godinu; ljeto je doduše još uvijek najsuši dio godine, ali količina minimuma iznosi već trećinu do polovice maksimuma. Zimsko kišno razdoblje široko rascijepano u proljetni (travanj do lipnja) i jesenski (listopad) maksimum. Potpuno razvijen *x"*-tip. Ljeto još dosta vruće (srpanj 22⁰—24⁰), ali nije osobito vedro.

Predstavnici: Senj, Crikvenica, Rijeka.

Područje: Uski obalni pojas sjevernog Primorja i Kvarnersko otočje.

6. *Cfsbx".* Varijanta prethodnog tipa, od kojega se razlikuje umjerenom ljetnom temperaturom (srpanj ispod 22⁰). U razmjerno suhom ljetu (omjer minimuma prema maksimumu kao u tipu 5.) sačuvano je ovdje etezijsko obilježje onkraj gorske pregrade.

Predstavnici: Gospić, Livno, Duvno.

Područje: Pruga, usporedna s obalnom crtom, široka do 50 km, koja ide od Gorskog Kotara preko niza polja: Gackog, Ličkog, Krbavskog, Grahovskog, Livanjskog i Duvanjskog. U južnom dijelu ove pruge pridružuje se i etezijsko obilježje vedrine.

7. *Cfwbx".*

S tipovima 1.—6. iscrpljeno je područje onih klimatskih tipova, koji imaju slovo *s* bilo na drugom, bilo na trećem mjestu, t. j. gdje je ljeto ili suho ili bar najsuši dio godine.

Tip *Cfwbx"* nema više razdoblja u godini, koje bi se jače istaklo suhoćom; oborina je razdijeljena na sve mjesece tako, da najsuši mjesec — koji pada uvijek u zimu — ima oko polovice, a često i više od polovice količine najmokrijeg mjeseca. Oborinski maksimumi u jeseni (listopad) i u proljeću odnosno ranom ljetu daju klimi izraziti *x"*-značaj. Idući na istok pojačava se oborinski maksimum toplog dijela godine sve više, te postaje (područja T_1 i T_2 sl. 34.) glavnim maksimumom. Temperatura i zimi i ljeti umjerena.

Predstavnici: Zagreb, Bjelovar, Požega, Osijek, Banja Luka, Bihać, Jajce.

Područje: Ovaj se klimatski tip pojavljuje gotovo na cijelom području Hrvatske, koje ne zapremaju tipovi 1. do 6. On je *najrašireniji klimatski tip* Hrvatske.

Na postajama s nadmorskom visinom preko 500 m siječanjska je temperatura većinom ispod —3⁰ i time ove postaje mogu po temperaturi preći u subarktički tip *D*-klime. Oborinska obilježja ostaju ista kao i kod nižih postaja istoga područja, pa se klimatski tip može označiti sa *8. Dfwbx"*.

Predstavnici[1]) takve klime jesu Kupres, Bugojno, Kladanj, ali i Velika Kladuša, koja je na maloj nadmorskoj visini.

Po naravi stvari ovaj klimatski tip ne može kod nas sačinjavati suvislo područje, pa se jedino može ograničiti područje, u kojem se on pojavljuje uz tip *Cfwbx"*. Mjesta, koja se mogu svrstati u ovaj klimatski tip, imaju siječanjsku temperaturu i nadmorsku visinu takvu (—3⁰ do —4⁰ uz nadmorsku visinu 500—600 m, oko

[1] Strožem kriteriju, koji je Köppen primijenio za D-klimu u svojoj klimatskoj karti Zemlje, da barem 4 mjeseca moraju imati temperaturu ispod +1⁰ ,odgovaraju kod nas istom mjesta s nadmorskom visinom preko 1000 m (na pr. Kupres).

—5° uz nadmorsku visinu oko 1000 m), da redukcijom dolaze na siječanjsku izotermu 0° ili u njezinu blizinu. Stoga se područje, u kojemu se pojavljuje *D*-klima, može ograničiti krivuljom, koja se sa sjevera dodiruje zavoja siječanjske izoterme 0° (sl. 16.). U blizini se ove linije nalazi i sjeverna granica visinskog sloja od 500 m.

Pri donjem toku Save, u krajevima, kojima klimatska obilježja daju srpanjska izoterma 22° (sl. 17.), izoněfa 5 (sl. 30.) i klin suhoće izohijete 1000 mm (sl. 33.) srednja temperatura srpnja mjestimice premašuje 22°. Postoji prema tome ovdje područje, u kojemu se uz tip *Cfwbx*" pojavljuje i toplija varijanta

9. *Cfwax*".

Ovom je području predstavnik Hrvatska Mitrovica; ono se vjerojatno prostire od Sl. Broda na istok između Fruške gore i humlja sjeveroistočne Bosne.

Kod naših najsjevernijih postaja nailazimo na sporedni oborinski maksimum toplog dijela godine, koji je račvast: cijepa se na maksimum u proljeću (svibnju) i u kasnom ljetu (srpnju ili kolovozu), a između njih je suše razdoblje. Ovoj klimatskoj osobini pripada oznaka w". Klimatskom tipu ovoga kraja, koji se tim izlučuje iz tipa 7., pripada dakle formula

10. *Cfw"bx"*

Predstavnici su: Čakovac, Koprivnica.

Područje, najsjeverniji hrvatski krajevi, nešto je manje od područja oborinskog tipa Th_2 (sl. 34.).

11. Sa $Cf\binom{w}{s}bx$" možemo označiti klimatski tip Sarajeva i Travnika. Ovdje je razdioba oborine najjednoličnija, a omjer maksimuma prema minimumu najmanji (1,6; 1,7). S tim je u vezi, da ova mjesta imaju dva jednaka odnosno gotovo jednaka minimuma oborine, a ni dva maksimuma (u lipnju i listopadu) ne razlikuju se mnogo. Tako se oborinska godina raspada u dva poluperioda (sl. 36.). Na ovaj se klimatski tip ne može kao treće slovo primijeniti ni *s* ni *w*, on čini očito prijelaz od tipa 6. na 7., pa je označen sa oba slova. Postaje, koje uz Sarajevo i Travnik pokazuju ovu klimatsku osobinu, nalaze se na pruzi, koja ide od Travnika do Drine raširujući se prema jugoistoku do 30 km. Među ovim postajama ima gdjekoja na većoj visini, kojoj bi s obzirom na nisku siječanjsku temperaturu pripadala klimatska formula $Df\binom{w}{s}bx$".

Položajem se ovo područje podudara s klinom izohijete 1000 mm (sl. 33.), koja se ovdje izbočila na zapad, a obuhvata suše područje. Upadljivo male godišnje količine oborine ovoga kraja vjerojatno se tumače tim, što je ovdje, na prijelazu iz s-tipova na w-tipove maritimno obilježje mokre zime oslabljeno, a da se ljetne oborine nijesu pravo razvile. S tim je u vezi i mali tlak pare ovih krajeva (sl. 28.).

Na slici 37. dana je u najgrubljim crtama podjela Hrvatske u klimatska područja po Köppenovoj klasifikaciji. Lepezasto širenje od sjeverozapada prema jugoistoku, karakteristično i za sve sustave izolinija u našim krajevima, vidi se i u rasporedu klimatskih područja. Podebljana je rastavna crta s-područja i w-područja.

LITERATURA:

1. A. Hettner: Die Klimate der Erde, Leipzig u. Berlin 1931.
2. E. de Martonne: Traité de géographie physique; IV. éd. Tome I. Paris 1925.
3. W. Köppen: Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf; Peterm. Mitt. 64. Jahrg. (1918).
4. W. Köppen: Die Klimate der Erde, Berlin u. Leipzig 1923.
5. W. Köppen: Typische und Übergangsklimate; Meteor. Zeitschr. Bd. 46 (1929).

Vode

Zvonimir Rosandić

1. PODZEMNA VODA

Naša domovina obiluje raznovrsnim i zanimljivim hidrografijskim oblicima i pojavama. Naročito se ističu njezini planinski dijelovi, jer tu dolaze uz vode normalnog otjecanja kratke i jake primorčice, zanimljive ponornice, suvaje ili pećine, divlje bujice, periodična i stalna jezera, kopnena i podmorska vrela. Zbog takovog obilja hidrografijskih pojava bila je naša domovina davno predmet znanstvenog zanimanja i stranog svijeta, pa je na temelju pojava iz našega krškog područja izrađena obilna znanstvena književnost, štoviše, postavljena su i nova naučavanja u shvaćanju krških hidrografijskih oblika i pojava (Grund).

U vezi s veličajnim kopnenim oblicima, a napose dubokim kanjonima i sutjeskama sa strmim i zelenilom uokvirenim stijenama, naše vode dopunjuju ljepotu ove krajine, a u kamenitim predjelima hrvatskog Krša tvore snažne opreke prema okolišu sa svim prijelazima boje od najdubljeg modrila i zelenila. Naše vode sačinjavaju tako važnu komponentu prirodnih ljepota naše domovine, pa su baš njihovi oblici i pojave najviše pridonijeli svojstvenoj ljepoti njezinoj, po kojoj ona uživa svjetski glas.

Pojave i oblici naših kopnenih voda, kao i njihov raspored, stoje u najužoj vezi s geologijskim sastavom tla, tektonskim učincima, podnebnim prilikama i raslinskim oblicima.

Pravilan oblik površinskih voda zavisan je o normalnoj razdiobi podzemne vode, što je uvjetovano prisutnošću prokapljivih i neprokapljivih naslaga u površinskom dijelu Zemljine kore. Kako naše područje izgrađuje kamenje i tlo različitog podrijetla i strukture, ono je različitih fizikalnih svojstava u odnosu prema vodi, te predstavlja prokapljive i neprokapljive vrste sa svim prijelazima. Prvu skupinu sačinjava različito kristalinsko kamenje i kristalinski škriljavci, pješčenjaci, flišne naslage, gusti vapnenci i dolomiti,

smeđi ugljen, treset, lapori i laporasto kamenje, a od tala dolazi ponajviše ilovina, glina, sitni pijesak i humozno tlo. Ove naslage pored svojstva neprokapljivosti ipak sadržavaju različite količine vode u svojim sitnim šupljinicama. Tako na pr. 1 m^3 granita, čija je poroznost najmanja, sadržava 0,5—8,6 lit. vode, gusti vapnenac već 15—25 lit., dok glina i neki lapori mogu sadržavati i više od polovice svoga obujma, ali su ipak potpuno neprokapljive vrste. Ovo svojstvo masivnog kamenja i gustog tla posljedica je fine strukture i kapilarno sitnih šupljinica, u kojima se sadržava t. zv. kapilarna voda. Drugu skupinu kamenja i tla sačinjavaju prokapljive naslage konglomerata, breča, nekih vrsta vapnenca, krupnozrni pješčenjaci, tufitno kamenje, kršje, šljunak, krupnozrni pijesak i naslage prapora. Stupanj prokapljivosti različit je, a ovisi o opsegu šupljinica odnosno promjeru zrnaca, od kojih je sastavljeno kamenje i tlo. Prapor na pr. vrlo požudno upija vodu, ali je jako sporo propušta, dok se u šljunku ili krupnijem pijesku voda pokreće osobito brzo.

Mnogo veće značenje za stvaranje podzemne vode ima raspucanost kamenja. Pukotine u kamenju sastoje se od čitavog sustava kapilarno sitnih do širokih raspuklina, a prodiru i u veće dubine. Njihova razvijenost izazvala je mnoge morfologijske i hidrografijske pojave i oblike, pa se skupljanje i kolanje podzemne vode vrši ponajviše putem pukotina u kamenom dijelu Zemljine kore. Osim toga tektonski su procesi premještanjem kamenih naslaga iz prvotnog položaja, izgradnjom dubokih rasjelina, prodora i otvorenih pukotina odredili često položaj vrela i smjer riječnih tokova. Nabiranju otporno vapnenačko kamenje najjače je izlomljeno i raspucano, pa su uslijed toga u prostranom području hrvatskoga Krša razvijeni naročiti hidrografijski oblici, bitno različiti od onih u ostalom dijelu države.

Množina oborina dolazi u tolikoj mjeri, da može izdašno hraniti vode na čitavom državnom području, iako postoje neke razlike, kako u množini, tako i njihovoj vremenskoj razdiobi. Te se razlike pokazuju na taj način, da zapadni dio države prima pretežno jesenske i zimske oborine, a u istočnom su dijelu obilnije u proljeće i ljeti. Hrvatsko krško područje primilo je u zimskom polugodištu (IX-II) 58%, a u ljetnom (III-VIII) 42% od ukupnih godišnjih oborina,* dok je u porječju Bosne bilo 49,4% zimskih, a 50,6% ljetnih u istom periodu. Razlike su još očitije u ukupnoj količini oborina, pa je njihova srednja godišnja množina u krškom području iznosila u istom razdoblju 1.464 mm, dok je u porječju rijeke Bosne bila samo 908 mm. Dok se vremenska razdioba oborina očituje podjelom niske i visoke vode, iako s nekim zakašnjavanjem, ukupna množina površinskih voda ne ovisi samo o ukupnoj

* Obračunano po periodu 1923.-32.

množini primljenih oborina nego i o raznim drugim čimbenicima. To su prvenstveno toplotne prilike, stupanj vlažnosti zraka, oblici oborina, vjetrovi i dr., pa su i ovi čimbenici različiti u oba dijela države. U zapadnom dijelu dolaze oborine u obliku obilnih i naglih kiša. Tako je postaja Drinak imala apsolutni maksimum (30. X. 1928.) 328,7 mm, Šušanj kod Karlobaga (7.XII. 1923.) 254,3 mm, a Fužine (23. X. 1926.) 237,5 mm oborine, pa je jednodnevna kiša jedne postaje u krškom području podjednaka polovini ukupnih godišnjih oborina koje postaje u drugom dijelu države. U istočnom dijelu države rijetke su postaje koje su imale apsolutni maksimum u desetgodišnjem periodu (1923./32.) preko 100 mm, što upućuje na umjereni oblik tihih kiša. Jake i nagle kiše umanjuju prenošenje vode u dubine, jer se uslijed velike količine kiše obrazuje na površini suvisli sloj vode, koji zatvara zrak u porama i pukotinama, te sprečava prokapljivanje meteorne vode u dubine. Snijeg, rosa, magla, oblaci i smrzavice su jače i češće u većem dijelu zemlje, te smanjuju ishlapljivanje, dok viša temperatura te manja relativna vlaga u primorskim stranama pogoduju ovom procesu. Isto takve prilike postoje u vezi s apsolutnom visinom, pa je u primorskom pojasu ishlapljivanje jače nego u planinskom dijelu.

Biljni svijet i njegovi oblici vrše osobito jak utjecaj na razdiobu meteorne vode. Kako u našoj domovini dolaze s hidrologijskog gledišta tri osnovna biljna oblika: šume, golet te polja i livade, opažaju se u pojedinim područjima jake razlike između faktora otjecanja i faktora ishlapljivanja meteorne vode. Ta je pojava u vezi s činjenicom, da golo tlo prima više vode nego obraslo, a tlo s travnjacima i poljima više nego šumovito, i to zbog uzimanja funkcionalne vode, koja biljci služi za transport hrane, te zbog zadržavanja meteorne vode u krošnjama drveća, odakle se sva ishlapljuje. Da je takav učinak znatan, vidi se iz okolnosti, da na pr. 1 kg suhe krme treba oko 400 kg funkcionalne vode. S druge strane nestašica raslinstva daje mogućnost, da voda u većoj količini otječe izravno u rijeke ili more, o čemu rječito govore naše bujice. Zbog toga je utjecaj biljnog pokrova uz sastav i raspucanost kamenja najsnažniji čimbenik u podjeli meteorne vode u našoj zemlji.

Ovakvi hidrologijski čimbenici dopuštaju razvoj podzemne vode i s njom u vezi površinskih voda, ali zbog različitih njihovih utjecaja nisu se u čitavom području države mogli razviti jedinstveni hidrografijski oblici, pa je ona podijeljena na dva hidrologijski različita područja: zapadno krško i istočno područje s normalnim oblicima voda. Njihova se razdioba uglavnom podudara s razdiobom voda prema glavnoj razvodnici.

Voda u tlu dolazi kao higroskopska, kapilarna i podzemna voda. Higroskopska voda je molekularno vezana sa zemljanim česticama, te nema važnosti za vode na površini. Kapilarna voda nalazi se u mreži sitnih kapilarnih šupljinica, u kojima voda zaostane

kod procjeđivanja, ili se kapilarama penje u vis do t. zv. kapilarne granice s pomoću adhezije, kojom daje protutežu gravitaciji. Visina kapilarne granice iznad podzemne vode ovisi o strukturi kamenja i tla, odnosno o promjeru zrnaca, između kojih se kreće voda, te o temperaturi vode.

Kapilarna voda ima osobitu važnost za život bilja, jer ovom vodom pokriva bilje svoj fiziologijski potrošak, dok na potrošak podzemne vode utječe neposredno putem ishlapljivanja vode iz tla, a posredno putem raslinstva.

Položaj kapilarne vode prema površini tla ovisi o dubini podzemne vode, pa ona ne smije ležati previsoko, kao što je obično u Slavoniji, ni prenisko, jer korijenje ne bi doseglo kapilarnu vodu, što je najčešće u našem Kršu.

Podzemna voda ispunjava veće šupljinice u masivnom i gustom tlu te pukotine u raspucanom kamenju. Meteorna voda prodire od površine prema dolje do nepropusnog sloja, gdje se sakuplja, a otječe, ako ima pad. Zamršeni odnosi nastaju, kada se višestruko izmjenjuju nepropusni i propusni slojevi u različitom međusobnom položaju. To je posljedica jakih tektonskih pokreta u našoj zemlji, pa se nije mogla razviti suvisla podzemna voda u većoj površini s približno istom razinom, osim u nizinama. Naročito se ova nepovezanost podzemne vode ističe u gorskom području zbog jake poremetnje kamenih naslaga, kao i različitog stupnja raspucanosti kamenja. To su razlozi da vrela dolaze na maloj udaljenosti u različitim visinama.

Podzemna voda se hrani ponajviše kišnicom. Uzme li se, da je srednja množina oborina u Hrvatskoj 90 cm, to one daju godišnje golemu množinu od neko 9 milijarda kubičnih metara vode. Koliki će dio kišnice ishlapiti ili oteći površinom, ili upiti zemlja, zavisi od prirode zemljišta i podnebnih prilika, pa su ove vrijednosti vrlo različite. Nesigurnost još povećava prirast podzemne vode uslijed dotjecanja riječne i jezerske vode podzemnim putem, naročito u Kršu. U Srednjoj Evropi je dio kišnice, koji upija zemlja, dosta malen, te se kreće oko $^{1}/_{5}$ ukupne množine oborina *(1)*. Ni u našem području ne će biti drukčije, osim u području golog i raspucanoga Krša, gdje veći iznos kišnice ponire u zemlju. (Vidi tab. 8.)

Množina podzemne vode ovisi o množini oborina i jačini ishlapljivanja. Oba čimbenika djeluju zajedno u zapadnom dijelu države, koji stoji pod utjecajem sredozemnog podneblja. Ljeti, kada je najmanje oborina a najjače ishlapljivanje, razina podzemne vode je najniža, što se očituje niskom riječnom vodom, presušivanjem vrela, pojavom periodičnih voda i općom oskudicom vode na površini. Sasvim je obratna pojava u vlažnom dijelu godine, pa razina podzemne vode doseže svoju najvišu granicu, kada je najviše oborina, a najslabije ishlapljivanje. U istočnom dijelu, gdje nije tako izrazita opreka u množini oborina u oba glavna dijela godine,

uzmiče utjecaj oborina na množinu podzemne vode u korist ishlapljivanja. Zbog toga je ljeti, uz obilnije kiše, najniža podzemna voda posljedica jakog ljetnog ishlapljivanja, a zimski visoki vodostaj u vezi je sa slabim ishlapljivanjem .Drukčije je opet stanje u planinskim predjelima. Podzemna voda dobiva hranu od topljenja snijega, pa u vezi s obilnim proljetnim kišama drži svoj maksimum tokom čitavoga proljeća i prvih mjeseci ljeta.

Na vertikalna kretanja podzemnice u blizini rijeka utječu oscilacije riječne vode. Za visoke vode rijeka zaustavlja dotjecanje podzemnice ili joj sama pritječe. Za niske riječne vode otječe podzemnica u rijeku, pa se od približno ravne razine podzemnice obrazuje parabolično zakrivljena površina podzemne vode, u prvom slučaju zakrivljena prema gore, a u drugom prema dolje. Kod valovitog zemljišta razina podzemnice ima približno isti oblik kao i površina zemlje uz blaži pad zbog trenja vode u tlu. Što je tlo gušće, to se ona više povodi za obličjem zemljine površine.

Brzina, kojom se kreće podzemna voda, ovisna je o poroznosti tla i o raspucanosti kamenja. Što su šupljinice i raspukline uže, to je veće trenje, koje sprečava kretanje vode, pa je u tlu sitnozrnog sastava ograničena brzina od nekoliko centimetara do jednog metra dnevno. U jako raspucanom kamenju iznosi kretanje vode po koji kilometar na dan. S tim je u vezi sporo reagiranje vrela na oborine, koje iznosi do više mjeseci.

Kemijski čista voda ne dolazi u prirodi, pa i sama kišnica, a naročito snijeg, sadržava razne tvari kao: ugljični dvokis, sumpornu i dušičnu kiselinu, te amonijakove soli. Prodiranjem kišnice kroz tlo filtrira se voda od ovih primjesa, a preuzima nove organske i anorganske tvari. U ovom leži geologijska važnost podzemne vode. Ona prenosi rudne tvari iz dubina na površinu zemlje, a mineralne otopine u vodi imaju veliku gospodarsku važnost za ishranu organskoga svijeta. Vrsta rudnih tvari u vodi je različita. Zavisi o vrstama kamenja i tla kroz koje prolazi voda na svom podzemnom putu. Od organskih tvari najčešće dolaze različite kiseline, te dušični spojevi uslijed raspadanja organskih ostataka (bilje, životinje, kuhinjski odpadci, fekalija). Anorganske tvari rastapa voda ponajviše s pomoću ugljičnog dvokisa, koji dobiva ne samo iz atmosferskog uzduha, nego i u podzemlju.

Voda najlakše otapa kloride, zatim sulfate kalcija i magnezija, pa njihove karbonate, a u neznatnoj količini i silikate. Zbog toga sve naše vode pokazuju da su im glavni mineralni sastav karbonati kalcija i magnezija, te kloridi ponajviše natrija.

Karbonati predstavljaju najvažniji dio mineralnog sastava podzemne vode, jednako one iz ravnica kao i u planinskim predjelima zbog opće raširenosti vapnenca u svim formacijama kao i njegove lake topivosti. Oni daju pitkoj vodi ugodan okus, te su najbitniji uvjet svojstva vode, koje zovemo tvrdoćom.

Posve drukčije su prilike s podzemnim vodama u Kršu. Uslijed jake raspucanosti inače masivnog vapnenog kamenja, koje izgrađuje na stotine metara debele naslage, preneseno je znatnim dijelom kretanje vode s površine u velike dubine. Postoje dva oprečna mišljenja o stanju i obliku, u kojem se nalazi krška podzemna voda. Po *Grundovoj teoriji* nalazi se u Kršu suvisla stagnirajuća voda, koja se u dubinama raspucanog vapnenca sabire na nepropusnoj podlozi. Ovaj stagnirajući sloj podzemne vode čini temeljnu vodu s jednim horizontom. Povrh ovoga leži drugi sloj vode, koji je izložen jakom dizanju i spuštanju uslijed različitog pritjecanja oborina tokom godine. Ovaj sloj naziva Grund krškom vodom. Njegovu gornju granicu predstavlja razina najviše krške vode, a donja je granica označena razinom stagnirajuće temeljne vode. Površina krške vode je horizontalno nagnuta, zbog adhezije i trenja u pukotinama, koje mora svladavati pri svojem kretanju, pa krška voda predstavlja tekuću podzemnu vodu, koja otječe povrh stagnirajućeg sloja vode temeljnice. Njezino je kolebanje vrlo veliko, pa se razlikuje od podzemnice u nekrškim predjelima samo tim, da ima veću brzinu i jače kolebanje uslijed bitno manjeg ukupnog obujma šupljina, kao i zbog razdiobe vode na relativno malo rukava. Što je krš stariji, pukotine i šupljine su brojnije, a kolebanje manje, i obratno. Tako iznosi kolebanje krške vode na Livanjskom polju oko 40 m. Što je raspucanost manja, to više zakašnjava pojava visoke i niske vode iza maksimuma i minimuma oborina. Zakašnjavanje iznosi na Livanjskom polju najmanje 30, u Imotskom polju 15—30 dana.

U vezi s postojanjem krške vode razjašnjavaju se glavne hidrologijske pojave, koje se susreću u području Krša.

Stalnost vrela u Kršu zavisna je o položaju vrela prema krškoj vodi. Nalazi li se vrelo između gornje i donje granice krške vode, ono će biti periodično vrelo, i to trajnije što je bliže donjoj granici (sl. 1).

Ako je vrelo ispod donje granice krške vode, hrani se ono stalno podzemnom vodom, pa će stalno vrelo biti to obilnije vodom, što je niže, i to uslijed jačeg hidrostatskog tlaka. Ako periodično vrelo može u okomitom smjeru uzduž pukotine premjestiti svoju izlaznu točku ispod donje granice krške vode, tada nastaje stalno vrelo s periodičnim kolebanjem izlazne točke (Jadova u Lici, zapadni izvor Šuice).

Poplave, koje se redovno javljaju u velikom dijelu kršnih polja, ne smatra Grund kao posljedicu visoke vode u rijekama, nego kao posljedicu dizanja krške podzemne vode, koja ispunjava sve šupljine, pa i ponore i njihove odvodne kanale. Analogno ovom vrši se i ispražnjavanje poplavnih područja spuštanjem krške vode uslijed njezina horizontalnog otjecanja. Dokle god traje visoka krška

voda, traje i poplava, koja se može zategnuti kroz više vlažnih godina.

U ovakvim prilikama ponori vrše dvostruku funkciju. Za niske vode odvode površinske vode u podzemlje (ponori-žderala), a za visoke vode daju vodu poput vrela (rigala, estavele). Tako će krška polja, koja leže između gornje i donje granice krške vode, imati povremene poplave, dok će se trajno nalaziti pod vodom ona polja ili njihovi dijelovi, koji leže ispod donje granice krške vode.

Dulji podzemni vodotoci i podzemne rijeke ne mogu postojati, jer ponori kao i pećinski hodnici ubrzo prelaze u sustave uskih pukotina *(2)*.

Iako se Grundovom naukom o krškoj vodi razjašnjuju mnoge hidrologijske pojave u Kršu, nije ona općenito prihvaćena, štoviše *ima odlučnih protivnika: Knebel, Keilhack* i dr. Po njima su pukotine i šupljine u kamenju jedina mjesta, u kojima se vrši kretanje podzemne vode u Kršu, pa su one uzrok svih hidrologijskih pojava u Kršu, kao i razlika prema vodama u nekrškom području. Uslijed velikog kapaciteta šupljina i raspuklina u kamenju, oborine prodiru u dubine vrlo brzo, ali nepravilno, zbog različitog obujma pukotina. Na taj način dolazi do nagomilavanja podzemne vode u širokim pukotinama, gdje se voda pokreće ne samo uslijed nagiba kao podzemnica u nekrškim predjelima, nego po zakonu spojenih posuda uslijed hidrostatskog tlaka. U uskim pukotinama voda se kreće sporije zbog otpora, koji mora svladavati na svom putu, pa se zbog toga ne može razviti sloj vode ni s približno istom razinom. Što je deblji sloj raspucanog vapnenog kamenja, to je krš dublji, a u njemu brojniji zamršeni sustavi vodotoka s različitim dubinama, koji imaju svoja posebna i odijeljenja sabirna područja. Ako je krš plitak, on se više približava hidrologijskim prilikama u nekrškim zemljama, jer pukotine ne prelaze u nepropusnu podlogu ispod krške ploče, pa uslijed toga prestaje učinak po zakonu spojenih posuda. Ne postoji dakle suvisli horizont s pokretnom krškom vodom, nego brojne pukotine i šupljine s odijeljenim i samostalnim sustavima podzemnih vodotoka, u kojima se uzgon vode vrši hidrostatskim tlakom. To se dokazuje pojedinim primjerima. Mnoga vrela, koja niže leže, prije presahnu nego ona, koja su više položena. Vrela pod istim geologijskim prilikama ne reagiraju jednako na oborine. Neka vrela imaju mutnu vodu iza svake kiše, a druga nikad nisu mutna. Spomenuti pisci smatraju, da je dokazan opstanak podzemnih rijeka, kada su utvrđene podzemne veze među nadzemnim vodama, premda su pokusi pokazali vrlo sporo kretanje vode u podzemlju pokraj jakog pada. Pretpostavlja se, da samo podzemne rijeke predstavljaju vezu između sabirnog područja i vrela, a ne razgranjena i suvisla podzemna voda po Grundovom naučavanju. Svaki jaki izvor predstavlja ušće podzemne rijeke, a ponornice s višestrukim poniranjem bile bi suvisle podzemne rijeke, kojima se mjestimično urušio pećinski svod, tako da u tim dijelovima teče rijeka nadzemno.

Poplave u Kršu ne izaziva opće dizanje podzemne vode, kako to uči Grundova nauka, nego samo nabujale rijeke na površini. Po dizanju vode u ponorima ne može se zaključivati dizanje podzemnice, jer vodostaj u ponorima ima posve lokalan značaj zbog nejednakog razdjeljivanja vode u pukotinama razne širine. Za vrijeme poplave ne mijenja se funkcija ponora, nego se naprotiv uslijed povišenja tlaka nagomilane vodene mase povećava njegova sposobnost gutanja vode, pa i oni ponori, koji su u sušno doba bili izvan svake djelatnosti, gutaju za vrijeme poplave vodu, što dokazuju jaki virovi iznad njihovih ždrijela. Činjenica, da na jednom rubu polja jedini ponori gutaju vodu, drugi izbacuju, a neki djeluju kao estavele, ne može se protumačiti pretpostavkom o opstanku krške podzemne vode, jer bi svi ponori, koji su u istoj visini u istoj fazi poplave, vršili istu funkciju. Sporo pak povlačenje visoke vode svodi se na sporo otjecanje podzemne vode, kako su to pokazali pokusi s bojenjem vode *(1, 3)*.

Da se utvrdi stanje i kretanje podzemne vode u Kršu, vršeni su različiti pokusi. Oni su pokazali, da se jednostavnim mehaničkim sredstvima, kao što su ugljen, pljeva, mekinje i pilovina, ne može polučiti nikakav uspjeh, osim u slučaju izravnog otjecanja i na kratkom putu. Ali često se uporno tvrdi, da u nekim vrelima jadranskih otoka (Rab, Krk) s vodom izbija bukov list, iako bukve na otocima

TABLICA 1. — Pokusi bojenjem krških podzemnih voda.

Mjesto bojenja i gdje se pojavila	Udaljenost u km	Pad m	Pad ‰	Brzina m/sat
Trebišnjica - Dubrovačka rijeka	15	275	18,3	72
Reka - Timavo - Tršćanski zaljev	12	—	—	10
Rešica potok - izvor Šice	7	—	—	59,82
Krakarica p. - izvor kod Fontelna	1,7	5	3	130,77
Močile p. - izvor Šice	3,5	94,8	37	790
Ober Urem - St. Kanzian	6,7	—	—	500

nema, pa se izvodi, da su ove vode kopnenog podrijetla. Pojava jegulja u jezeru Janina (Grčka) stvorila je mišljenje, da su podzemnim putem došle iz Jonskog mora. Pokus M. Stella na zavodu za morsku biologiju u Jadranskom moru potvrdio je ovu mogućnost. On je uspio dokazati, da su se označene jegulje, koje je pustio u podzemne vode kod St. Kanziana, 43 km daleko od mora, nakon godinu dana pojavile na ušću rijeke Timava, što znači, da su podzemno prevalile put duži od 40 km *(4)*. Bolje, brže i sigurnije rezultate daje bojenje vode, kako pokazuje tablica 1.

Od svih ovih pokusa najvredniji je za nas onaj, kojim je dokazana podzemna veza Dubrovačke rijeke i Trebišnjice. Iz ovih se rezultata vidi, da mnogo manju brzinu ima voda na duljim prugama. Isporedi li se brzina kretanja ove krške vode sa brzinom podzemnice u nekrškim krajevima, dobivaju se velike razlike. Kretanje vode u Kršu opet daleko zaostaje za brzinom riječne vode. Ove okolnosti očito *govore protiv opstanka podzemnice u Kršu s jednim suvislim slojem,* kako to dolazi u nekrškim predjelima. Istodobno dokazuje i to, da *ne postoje u podzemlju izravni riječni tokovi,* koji bi vezali ušće jedne s izvorom druge ponornice. Drukčije je kod podzemnih tokova na kratkoj pruzi, gdje voda teče slobodno širokim pukotinama ili izgrađenim pećinskim hodnicima, kako se to vidi kod potoka Krakarice i Močila. Brzina otjecanja ovih podzemnih potoka, podjednaka je brzini površinskih rijeka. Bojenjem Trebišnjice utvrdilo se, da ona podzemno daje vodu samo Dubrovačkoj rijeci, dok se ni kod jednog drugog vrela u okolici nije pokazala ta veza *(5)*. To ipak ne znači, da Trebišnjica ne daje vodu i drugim vrelima, jer boja može nestati, ili se ne može utvrditi uslijed različitih kemijskih i fizičkih uzroka. Posve drukčije rezultate dala je ponornica Reka. Ne samo da se potvrdio pokus s jeguljama, nego se boja osim u Timavu pokazala još na četiri druga mjesta u Tršćanskom zaljevu, što znači da se voda ponornica miješa s podzemnom vodom. Analogne primjere za kretanje i stanje podzemne vode u kršu pružaju vode ogulinske okolice. Na temelju višegodišnjeg promatranja utvrdio je J. Poljak, da ponornice Ogulinska Dobra i Zagorska Mrežnica ne otječu izravno podzemnim putem, nego se njihova voda poslije poniranja izravno miješa s podzemnicom, koja hrani Gojačku Dobru, Tounjčicu i druga jaka vrela ovoga područja, pa prema tome ove ponornice nemaju jednog suvislog podzemnoga toka. S druge strane ponornica Dobra i podzemno jezero u pećini Medvednici pokazuju, da se ovdje na malenom prostoru nalaze odijeljeni slojevi podzemne vode, koji ne stoje ni u kakvoj međusobnoj vezi. Istu pojavu pokazuje izvor Bistrac-potoka, koji je odijeljen dolomitnom pregradom debelom samo 5 m od malog krškog jezera, a dobivaju vodu iz dvaju različitih slojeva podzemnice. Obratno, izvor istoga Bistrac-potoka, Zeleno jezero te Zagorska Mrežnica, imaju vodu istoga podrijetla. (7).

Jaka vrela, koja dolaze na zapadnom rubu Bihaćke kotline ispod Ličke Plješevice, imaju sabirno područje u sjevernom dijelu Plješevice planine. Udaljenost krajnjih vrela iznosi blizu 3 km, dok je razmak između prva dva oko 300 m, a sva tri izvora leže u istoj visini; zaleđe im je morfologijski i raslinski istih oblika (vidi tab. 3., vrela 11, 12, 13). Znatne razlike u njihovu mineralnom sastavu, naročito između Ilić-vrela i ostalih dvaju pokazuju, prema prije rečenom, da su različite prilike, na koje su vezani ovi izvori, pa ova vrela nemaju isti horizont u geologijskom smislu. Te se razlike ističu između dvaju najbližih vrela (Ilić-vrelo i Vedropoljsko vrelo — 300 m), pa se Ilić-vrelo razlikuje ne samo u sadržaju karbonata i klorida, nego i po temperaturi. Okolnosti ove skupine izvora kazuju, da se između dva dosta prostrana sustava podzemnice (Klokot-Vedropoljski izvor) nalazi treći posve samostalan i odijeljen sustav Ilić-vrela, i da im se vode ne miješaju.

Jednako pojave, koje su posljedica snažnog hidrostatskog tlaka, pokazuju raspored i kretanje podzemne vode u Kršu. Vodene gomile na jednoj strani sprečavaju otjecanje vode na drugoj strani. Tako rijeka Una za visoke vode podržava poplavu u jednom dijelu krškoga polja kod Donjeg Lapca na taj način, da kod Martinbroda prelije ponor Jarapagu te priječi izlaz vodi iz lapačkih ponora dokle god se voda Une ne spusti *(8)*. Zanimljiva se pojava slične, ali više složene vrsti, odigrava između ponornica Like i Gacke. Iako obje rijeke kao krške vode pokazuju znatne razlike između visoke i niske vode, Gacka ljeti zadržava relativno veću množinu vode, nego Lika, koja ljeti gotovo presuši, a zimi ima neobično visoku vodu. Zbog toga, kao i zbog nekih drugih okolnosti za vrijeme visoke vode, a to je u proljeće, jeseni i zimi, Lika šalje podzemno svoju vodu u Gacku, a ljeti Gacka vraća vodu Liki. Ovo izmjenično dodavanje vode vrši se na strani Gacke putem lijepo razvijene estavele, pa se na njoj mogu motriti sve faze ove igre. Otjecaj i pritjecaj vode toliko je jak, da na samoj estaveli tjera mlin, naravno samo ljeti kad dio Gacke otječe u Liku. S tim je u vezi i pojava periodičnosti Crnog jezera, koje leži u gorskom lancu Kosi, koja čini razvodnicu između obje vode, pa je jezero razvijeno samo onda kad je djelatna rijeka Lika. Ako se uzme najkraći put između obje rijeke preko Crnog jezera, koji iznosi 10 km, znači da najmanje toliki podzemni put prevaljuje voda i to izravno i bez smetnja, na što upućuje i sama količina vode koju prima odnosno dodaje spomenuta estavela. Posve je analogan odnos između Gacke i Konjskog jezera u zračnoj udaljenosti 2,5 km.

Kolikom snagom raspolaže u podzemlju nagomilana voda, pokazuje primjer suvaje Jaruge kod Skočaja, nedaleko Bihaća. Tu je jedan od dva otvora pećine bio dulje vremena kao pasivan zatrpan uslijed urušavanja. Prilikom provale vode iz pećine poslije dugih i obilnih kiša, jedan otvor nije mogao propuštati svu nadošlu

vodu, te je uslijed hidrostatskog tlaka zatrpani drugi otvor probomljen takvom snagom, da se u okolici osjetila trešnja zemlje, a sama provala bila je praćena snažnim praskom. Takav učin ne bi mogla izazvati suvisla podzemna voda razdijeljena na sve šupljine i pukotine u velikom prostoru, nego samo ona voda, koja je nagomilana u nekoliko velikih šupljina, gdje je tlak vode velik. Vrela pak, koja se nalaze u istoj visini i najbližoj okolici, nisu pokazivala, niti inače pokazuju, da podzemna voda vrši na njih neki naročito jaki tlak.

Poplave, kojima su izložena zatvorena krška polja, različitog su trajanja, pored jednake ili različite množine vode. Podzemne veze ponornica s udaljenijim periodičnim jezerima česte su pojave u Kršu. Uređivanjem ponora postižu se djelomično dobri uspjesi; na jednoj strani brzo i izvanredno snažno reagiranje, drugdje veliko zatezanje visoke vode ili slabo reagiranje na izvorima u vezi s oborinama. Časovite provale vode na određene pećine, množine vode na izvorima koje su veće i manje, nego što ih dodaje ponornica s predpostavljenim izravnim otjecanjem, podzemni tokovi, koji se odaju jakim šumom iz dubina, pojava pijora i drugih ponorničnih riba (Paraphoxinus croaticus, Telestes polylepis) u vodama hrvatskoga Krša, pojava podmorskih i intermitirajućih vrela i njihova periodičnost, jesu različiti primjeri, koji upućuju na stanje i kretanje podzemne vode u Kršu. Svi ovi kao i drugi primjeri daju takve podatke, po kojima se može dobiti predodžba o zamršenom stanju i kretanju podzemne vode. Koliko god su pojedini primjeri osobite vrijednosti u pitanju rješavanja stanja krške podzemne vode, *ne mogu se uzeti kao opće mjerilo,* po kojem se ima rješavati ovaj problem u našem Kršu. Svaki je primjer samo slika stanja vode u onom predjelu, odakle je uzet, a svi zajedno daju nam sliku o *mnoštvu prerazličitih modifikacija,* pod kojima se nalazi i kreće podzemna voda u Kršu. I pored nedovoljnog poznavanja našega Krša smije se izvesti, da u Kršu nema suvisle podzemne vode u smislu Grundova naučavanja, niti je jedini oblik kretanja podzemne vode posvuda sadržan samo u sustavima zatvorenih, odijeljenih i izravnih podzemnih tokova. U vezi sa svim prilikama, koje postoje u Kršu, ne će se pogriješiti, ako se kaže, da tu dolaze oblici i odijeljenih i povezanih, izravnih i pomiješanih sustava podzemnih tokova, da mjestimice dolazi i suvisla stagnirajuća podzemna voda sa slojem krške vode u smislu Grundove nauke. Podzemna voda Krša je zbog njegovih osobina i prenošenja nadzemne cirkulacije vode u podzemlje mješavina nadzemnih hidrografijskih oblika i podzemnice, ona je po tome nešto posebno, pa zato čini bitni dio krških pojava.

2. VRELA

Vrela nastaju uvijek ondje gdje podzemnica na svom prirodnom putu izbija na površinu zemlje, pa je pojava vrela posljedica geologijskog sastava i tektonske građe naše zemlje. Uslijed jakih rasjeda, koji uglavnom označuju tektoniku našega reljefa, prosječene su i raskinute kamene mase do dubina paleozojskih naslaga. U zapadnom dijelu planinske Hrvatske sačinjavaju nižu i glavnu seriju nepropusnih naslaga mladopaleozojski i donjotrijadički (verfenski) škriljavci, pješčenjaci i čvrsti konglomerati, dok se u većim visinama pojavljuju gornjotrijadički pješčenjaci i škriljavci s laporima i boksitom.

Drukčije su i mnogo zamršenije prilike u većoj istočnoj polovici planinske Hrvatske, jer se tu uz taložno kamenje pojavljuje u većem opsegu eruptivno i metamorfno kamenje, te sačinjava serpentinsku zonu. Uz ove nepropusne naslage dolazi u većem opsegu mlađe paleozojsko i donjotrijadičko nepropusno kamenje, te s onim prvim prekriva veću polovinu ovog dijela zemlje. Zbog posebnih prilika u geologijskoj prošlosti u ovom dijelu nema pravilnosti u položaju naslaga, pa se eruptivno i metamorfno kamenje nalazi i u najvišim visinama (Štit-planina 1.780 m), kao što su i nepropusne naslage taloženog podrijetla uzdignute mjestimice do blizu 2000 m (Treskavica planina).

Jezgru gorja između Save i Drave sačinjava serija najstarijeg kristalinskog kamenja, koje nigdje ne prelazi 1000 m. Najmlađe nepropusne naslage zapremaju niske površine, pa u suvislom raširenju dolaze u nizinama oko Save i Drave, a odijeljeno ponajviše u krškim poljima južne Hrvatske.

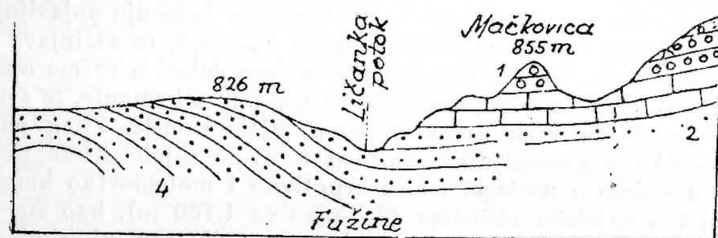
Takve su prilike razlog, da u zapadnom dijelu leže izvori glavnih rijeka u neznatnoj relativnoj visini (ispod 500 m) osim Neretve, koja gornjim tokom ulazi u područje velikih tektonskih nepravilnosti, gdje su verfenske naslage jako izdignute. Viši izvorni horizont u ovom dijelu podržavaju gornjotrijadičke naslage, a predstavljaju ga izvori potoka i rječica, koji se kreću oko 1000 m visine.

U istočnom dijelu dolaze izvori u svim visinama, tako da vrela Jabučnice i Klobučarice kao vrelišta rijeke Sutjeske predstavljaju najviša vrela u Hrvatskoj (oko 1800 m).

U horizontalnom rasporedu podijeljena su vrela izvan krškog područja jednakomjerno, pa nema krajeva, koji bi trpjeli oskudicu pitke vode. Sasvim je drukčija slika u Kršu, gdje ima prostranih krajeva bez stalnih izvora. Najčešći su izvori na rubovima krških polja. To je razlog, da su krška polja opskrbljena vodom, pa ona predstavljaju poput oaza glavna područja naseljenosti i gospodarske djelatnosti u velikim prostorima nenaseljenog i bezvodnoga Krša.

Kako su različiti geologijski i tektonski uvjeti za obrazovanje vrela, tako su mnogovrsna i vrela po svom postanku. Najjednostav-

niji oblik vrela predstavljaju slojevna vrela. Ona dolaze na takvim mjestima, gdje nepropusni sloj izlazi na površinu zemlje. Drugu skupinu čine rasjedna vrela, koja su zbog jake tektonske djelatnosti raširena po čitavom području. Ona dolaze u vezi s rasjedima, a na mjestima gdje se dodiruju nepropusne i propusne naslage različite geologijske starosti. Tako na pr. u dodirnoj zoni lijasičkog vapnenca s trijadičkim dolomitom i karbonskim naslagama kod Fužina, na dodiru karbonsko-verfenskih naslaga i jursko-krednih vapnenaca na istočnom podnožju Velebita, pa na dodiru verfenskih naslaga i vapnenca na Kupreškom i drugim krškim poljima izviru manja i veća rasjedna vrela stvarajući obilje potoka i rijeka. Različita premaknuća i najahivanja starijih naslaga preko mlađih, te raširenje



Sl. 1. Profil kroz Fužinsku dolinu (po F. Kochu). 1. lijas, 2. trijadički dolomit, 4. karbon. Slojevna vrela Ličanke izviru na dodiru trijadičkog dolomita i karbonskih naslaga.

eruptivnog kamenja komplicira pojavu vrela. Tako u Duvanjskom polju padaju neogeni lapori pod jurske, u srednjoj Dalmaciji eocenski lapori pod kredne vapnence. Uslijed tako položenih, hidrologijski različitih slojeva posve se mijenja normalno kretanje podzemne vode prema izvoru. Tada dolazi voda na površinu samo tako, da se zaustavljena nepropusnom pregradom lapora penje i onda tek izlazi na površinu kao uzlazno vrelo. Često dolaze vrela u vezi s naslagama obronačnoga kršja i u vezi s diskordantnošću nepropusnih naslaga. Zbog toga pored tipičnih predstavnika jednostavnih oblika izvora dolaze još različito kombinirani oblici, osobito kad površina nepropusnog sloja, na kojem se sabire podzemna voda, nije ravnina, nego višestruko zakrivljena površina.

Krška se vrela i morfologijski bitno razlikuju od izvora u izvankrškim predjelima. Kako se podzemnica kreće pukotinama lako topljivog karbonatnog kamenja, koje voda proširuje, to ova vrela dolaze u obliku pećina i jama, vodoravnih, kosih i okomitih hodnika i pukotina, koje ispunjava voda stvarajući često veća ili manja jezerca. Takva vrela imaju naziv »jezero« kao vlastito ime, najobičnije s atributom »crno«, čime se označuje tamna boja vode, koja dolazi iz mračnih i zagonetnih dubina našega Krša. Tipična krška vrela dolaze u dnu sa tri strane ograđenih dolina.

Zbog toga je njihovo morfologijsko obilježje sadržano u nazivu »vaucluse« (vallis clausa — zatvorena dolina). Takva su vrela gotovo svih rijeka i potoka u Kršu (Gacka, Kupa, Plitvica, Klokot, Una, Zrmanja, Krka, Cetina, Rama, Buna i dr. (t. I. 1, t. II. 1, t. III. 1, 2).

Hidrologijski se razlikuju dvije osnovne vrste vrela: stalna i periodična.

Stalna vrela nikad ne presuše, iako pokazuju slabije ili jače kolebanje u množini vode tokom godine. Promjena u množini vode, koju daje vrelo, posve je analogna kolebanju podzemnice, te je periodična jakost vrela ovisna o množini onoga dijela meteorne vode, koji hrani podzemnicu. Brzina, kojom reagiraju vrela na promjene oborina, je različita. Najveće zakašnjavanje, a najmanje kolebanje u množini vode, imaju ona vrela koja primaju vodu iz manje šupljikavog i debljeg vodonosnog sloja, pa zakašnjavanje u reagiranju može iznositi po par mjeseci. Zbog toga su vrela, koja više zaostaju, i u kojima se najmanja i najveća množina vode odnose do 1:20, najbolja vrela, jer daju najčistiju i najbolje filtriranu vodu. Najveće kolebanje vode, a najmanje zakašnjavanje imaju stalna vrela s vapnenim vodonosnim slojem, kao što su sva krška vrela. Zakašnjavanje je mnogo manje nego kod običnih vrela, tako da neka, obično slabija, reagiraju odmah poslije najslabijih kiša. Usporedo s ovom pojavom ide i kolebanje u množini vode, koje je kod krških vrela osobito jako, što pokazuju ovi primjeri *(9)*:

TABLICA 2. — Kolebanje vode krških vrela.

Izvor rijeke	Minimum m³/sek.	Maksimum m³/sek.	Amplituda
Dubrovačka rijeka	3,1	oko 50	46,9
Bistrica (Livanjsko polje)	0,75	43	42,25
Studba (Livanjsko polje)	1,97	63	61,03

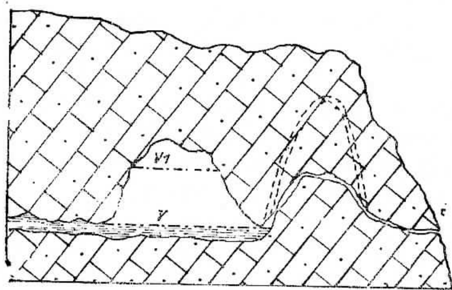
To je dijelom razlog neobično velikoj razlici niske i visoke vode u krškim rijekama, te jakim poplavama krških polja za vlažnog dijela godine.

Jakost vrela ovisna je osim položaja prema podzemnici o veličini sabirnog područja, o podrijetlu i brzini kretanja podzemne vode. Što je vrelo bliže razini podzemnice i što je sabirno područje manje, vrelo prima manju količinu vode, pa su zbog toga slabija vrela u većoj apsolutnoj visini (gorska vrela).

Slojevna vrela, koja izviru na vodoravnoj crti neprokapljivoga sloja, daju razmjerno malo vode, jer se podzemnica razdje-

ljuje na čitav niz bližih izvornih mjesta stvarajući brojna, ali slabija vrela. Tako se povirje rijeke Bosne sastoji od pedesetak slabijih i jačih vrela na podnožju Trebevića i Igman-planine u vezi s pojavom verfenskih naslaga. Najjače i glavno vrelo Bosne daje za niske vode oko 3 m³/sek. vode *(10)*. Krška vrela vaucluse su najjača naša vrela (izvor Dubrovačke rijeke).

Intermitirajuća vrela čine posebnu vrstu stalnih vrela, jer se hrane stalnom vodom podzemnicom, iako daju vodu uz prekidanje u određenim razmacima. Takvo bi vrelo bilo u Bjeljevinama kod Čajniča, pa kod sela Jadrča blizu Severina na Kupi, koje se tri put dnevno prekine *(11)*. Po D. Franiću nalazilo se jedno intermitirajuće vrelo u Šedrvanu, nedaleko Brušana, ispod Velebita, ali vele da je kasnije presušilo (sl. 2.).



Sl. 2. Intermitirajuće vrelo.

Osobitost intermitirajućih vrela objašnjava se ovako:

Izvor daje vodu tek onda kad ona u glavnoj šupljini dođe u položaj V_1. Tada će nastupiti isto djelovanje kao kod teglice, te će voda otjecati, dok se ne spusti do visine V. U tom času prestaje djelatnost izvora, dok se opet ne podigne voda do visine V_1, pa se ova izmjena neprestano ponavlja. U slučaju, da je odvodni kanal viši od glavne sabirne prostorije, uspinje se u njemu voda uslijed hidrostatskog tlaka. Period otjecanja i mirovanja vode na izvoru zavisi o obujmu sabirne šupljine, presjeku odvodnog kanala i razmjeru množine vode, koja dotječe i otječe. Vrelo će davati vodu uz prekidanje samo onda, ako je dotjecanje vode slabije nego otjecanje.

Periodična vrela izmjenično presušuju na kraće ili dulje vrijeme. Periodičnost vrela bitna je značajka krške hidrografije. Nalazi li se vrelo unutar granice kolebanja podzemne vode, to će vrelo presahnuti na dulje ili kraće vrijeme, prema tome leži li bliže gornjoj ili donjoj granici kolebanja podzemne vode. Najprije zasuše vrela, koja leže više, pa redom na niže u slučaju ako ista podzemnica hrani sva vrela, koja ovim redom presušuju. Međutim poznati su slučajevi, da vrela, koja niže leže, presuše prije gornjih, a to je znak da ta vrela imaju posebne i odijeljene sustave podzemnice. Niže položeno vrelo, ako ima manju sabirnu površinu, prije će presušiti, nego više položeno s većom sabirnom površinom. Jednako je odlučan i obujam pukotina, kojima se kreće podzemnica prema vrelu, pa ako su one kod višeg vrela uske, a kod nižeg široke, podzemna će voda u drugom slučaju brže otjecati i vrelo će prije presušiti.

Granice jednog perioda vrlo su različite. Sušni period može trajati od nekoliko tjedana do gotovo čitave godine, štoviše i po par godina. Periodična vrela, mogu imati po dva sušna perioda, te daju vodu samo uslijed jakih i trajnih oborina u jeseni, a u proljeće zbog otapanja snijega. Takva vrela dolaze pod imenom »pećine«, jer izbijaju iz širokih pukotina ili pravih pećina. One su izvor onih kratkotrajnih tekućica, koje nazivamo suvaje i jaruge, pa mnogo pridonose poplavama krških polja (Zelena pećina kod Bunića).

Izdašnost ovih vrela također je različita prema meteorološkim prilikama vlažnog dijela godine i njegovu trajanju. Razlika između najveće i najmanje vode veća je nego kod ikojih drugih vrela već zbog toga, što je minimum uvijek u vrijednosti ništice, dok za najjače djelatnosti daju pojedina vrela po 10, 20, 50 i više m³/sek. Prijelaz iz mirovanja u djelatno stanje nagao je i nenadan, pa period otjecanja počinje odmah s neobično velikom množinom vode, iza čega se polagano smanjuje.

Posebno mjesto među vrelima zauzimaju slatkovodna podmorska (submarina) vrela ili vrulje. U stvari se ova vrela ništa ne razlikuju od kopnenih krških vrela, osim što se nalaze na dnu morskom. Vodu dobivaju od kopnenog zaleđa Krša. Zbog toga i stalne vrulje pokazuju jako kolebanje u množini vode, dok su druge periodične pa posve presuše u određenom dijelu godine. Poput vrela na kopnu dolaze negdje gušće tvoreći čitave skupine, a negdje pojedinačno uzduž istočne obale Jadranskog mora, naročito ispod Velebita (Sv. Juraj, Žrnovnica, Jablanac), Biokova i južno od ušća Neretve. Ovi se izvori lako opažaju već iz daljine, osobito kad je mirna površina mora, jer voda snažno izbija na površinu i razvija koncentrične valove, koji se bjelasaju prema plavetnilu mora. Jak uzgon ima voda uslijed razlike u specifičnoj gustoći izvorne i morske vode. Ova pokretna sila daje vruljama toliku žestinu, da uzdiže pijesak s morskog dna i razvija snažne vrtloge, zbog čega je grčki mitos ove prirodne pojave uvrstio u red božanstava (Scila i Haribda).

Podmorska vrela dolaze u različitim morskim dubinama, a po nekim podatcima kod Rta sv. Martina čak u dubini od 700 m *(1)*. Većom dubinom umanjuje se pokretna snaga vrulje uslijed sve jačeg miješanja slatke i morske vode, pa se jakost vrulje ne može prosuđivati po njezinu učinku na površini mora. Zbog istog razloga povećava se dubinom slanost vrulje, dok one iz manjih dubina daju još toliko slatku vodu, da se može piti.

Već sama činjenica, da su vrulje slatkovodni izvori, dokazuje kopneno podrijetlo njihove vode. Ali se one poput ostalih krških izvora ne mogu smatrati, bar ne u svakom slučaju, kao

ušća izravnih podzemnih rijeka, što pokazuju mnoge okolnosti. Kao kopneni izvori, tako i vrulje u okolici Sv. Jurja—Žrnovnice, za koje se drži da su podzemni otjecaji ponornica Like i Gacke, pokazuju, da je njihovo otjecanje često najslabije za trajanja visoke vode na ušćima ovih ponornica, gdje se nagomilaju mase vode u obliku periodičnih jezera. Obratno, za niske vode na ponorima, vrulje daju mnogo vode. T. V. 2 prikazuje nam vrulje kod Žrnovnice krajem mjeseca rujna, t. j. u vrijeme, kada su Lika i Gacka imale najnižu vodu, tako da je Švičko jezero bilo već mjesec dana potpuno suho. Vrulje su u to vrijeme davale znatne količine vode. Ova pojava pokazuje, da navedene ponornice ne otječu izravno podzemnom vodom, koja vjerojatno hrani i jaka kopnena kao i podmorska vrela u ovoj okolici. To je bio razlog, da višekratni pokusi bojom nisu uspijevali.

Raširene tercijarne i kvartarne taložine prekrivaju najveće površine hrvatskog nizozemlja, a znatno raširenje imaju i u nižim područjima hrvatskoga Krša. Kao površinske naslage podržavaju podzemnicu vrlo blizu površine i ne dopuštaju stvaranje vrela. To je ujedno razlog, da su znatne površine niske Hrvatske podvodne. Prostrana područja oskudijevaju izvornom vodom, a pitka se voda dobiva jedino putem bunara. Pomoću bunara koji komuniciraju s podzemnicom mogu se opažati pojave i osobine podzemne vode. Visina je vode u bunarima ovisna o položaju podzemnice, pa dubina bunara mora biti najmanje ispod donje granice podzemnice, ako se hoće da bunar ima stalnu vodu. Bunari u Livanjskom polju imaju stalnu vodu već u 0,5—1 m, u Glamočkom polju 1—1,5 m dubine *(12.)*, dok je na pr. u Ličkom polju potrebna dubina po 30—40 m i više da se pojavi voda. U hrvatskom nizozemlju dubina je bunara relativno neznatna, i stoga je voda slabo filtrirana.

Brzina reagiranja vode ovisi o poroznosti vodonosnog sloja, pa će bunari u poroznijem tlu brže nadomjestiti potrošenu vodu.

U ravnicama, gdje nema dobre podzemne vode, dobiva se voda za piće i druge potrebe iz arteških bunara. Kako voda ovih bunara dolazi iz dubljeg, drugog vodonosnog sloja, ona je bakteriologijski najsigurnija i najbolja voda.

Dubina arteških bunara je različita, pa ih ima relativno dosta plitkih (Sunja 68 m), a i dubokih (Zemun 317 m). Kako se njihova voda nalazi između nepropusnih slojeva pod pritiskom, ona izbija obično sama do površine zemlje. U početku istječe voda u većoj količini nego kasnije zbog toga, što u početku stlačena voda oteče, a kasnije dolazi na površinu samo toliko vode, koliko je dotječe u vodonosni sloj.

Temperatura vode u izvoru prvenstveno je ovisna o dubini, u kojoj se nalazi podzemnica. No po samoj temperaturi izvora ne može se općenito zaključivati na dubinu, iz koje izvor dobiva vodu, kako to pokazuju već i arteški bunari. Podzemna voda na

svom putu prema izvoru prima temperaturu, koja odgovara temperaturi sloja. Zbog toga izvor može imati drukčiju toplotu, nego glavni dio podzemne vode. Iznos razlike u toploti zavisit će o brzini, kojom se kreće podzemna voda prema izvoru, pa što je brzina veća, to će razlika biti manja. Zbog toga krška vrela, kojih se podzemna voda relativno brzo kreće uslijed jake raspucanosti kamenja, imaju manje razlike u toploti između podzemne i izvorne vode.

Toplota izvora ovisna je i o nadmorskoj visini njegovoj, pa viša vrela redovito imaju nižu toplotu, što se vidi iz podataka o ljetnoj temperaturi vode:

TABLICA 3. — Ljetna temperatura nekih izvora.

	Izvor	Visina m	Temperatura ° C	Oznake predjela
1	Štirovača	1102	5,2	ošumljeno
2	Stojanovo vrelo (Jadovno)	850	7—8	djelomično ošumljeno
3	Dukino vrelo	600	9	djelomično ošumljeno
4	Ljubica vrelo	920	9	slabo šumovito, jaki krš
5	Crna rijeka (Plitvice)	670	8	ošumljeno
6	Ljeskovac potok (Plitvice)	670	7	ošumljeno
7	Vilinsko vrelo Plitvička j.	650	7,5	ošumljeno
8	Ledeno vrelo	850	8,7	djelomično ošumljeno
9	Perinka vrelo	750	9	djelomično ošumljeno
10	Crno vrelo	400	10	djelomično ošumljeno
11	Vedropolje	240	10	djelomično ošumljeno debeo vodonosni sloj
12	Ilić vrelo	240	9,75	djelomično ošumljeno
13	Klokot vrelo	240	10	djelomično ošumljeno
14	Dobrenica vrelo	230	9	vrlo debeo vodonosni sloj djelomično ošumljeno

Na toplotu izvorne vode utječu također reljef, dubina vodonosnog sloja i biljni pokrov te različita jakost i brzina otjecanja vrela. Zbog tih razloga mogu između vrela iste apsolutne visine biti vrlo velike razlike u toploti, što je najčešći slučaj u Kršu, gdje između bliskih vrela istog izvornog horizonta iznose razlike i 7—8^0.

Temperatura istoga vrela nije tokom godine stalna. Jače kolebanje pokazuju ona vrela, kojih je vodonosni sloj plići i bliži po-

vršini. Dobiva li vodu iz geotermijski neutralnog sloja, kolebanje je temperature neznatno, to manje što je stalnija jakost vrela. Mnoga vrela naročito u Kršu imaju razmjerno nižu temperaturu od normalne. U pojedinim šupljinama Krša zaostaje snijeg ili se stvara led (pećine ledenice), koji se otapa, što utječe na jako snizivanje toplote podzemne vode. Tako temperatura vode u pećini Ledenici kod Studenaca, te u ledenici kod Kaluđerovca nedaleko Perušića iznosi oko 0° C. To je razlog, da vrela u Kršu i u malim apsolutnim visinama daju razmjerno vrlo hladnu vodu.

Isporedi li se mineralni sastav bunarskih i izvornih voda, pokazuju se znatne razlike u stupnju tvrdoće. Izvorne vode imaju znatno manju apsolutnu množinu mineralnih otopina. Kratko zadržavanje podzemne vode u pukotinama kamenja razlog je pojavi, da vrela u kršu ne pokazuju tako velike množine u sadržaju mineralnih tvari kolike bi mogla sadržavati s obzirom na raširenje i topivost vapnenoga kamenja.

Na sastav vode u primorskim vrelima utječe more infiltracijom ili izravnom vezom za plime te širenjem t. zv. posolice koja se kišom prenosi u podzemne vode i potom u vrela. Jedno vrelo u Sv. Jurju je za niske vode slatko, te služi kao pitka voda, dok je za visoke vode brakično i neuporabivo, pa predstavlja jedan zamršen slučaj podzemne cirkulacije slatke i morske vode.

Mineralni sastav naših voda pokazuje ujedno učinak, što ga vrši voda kao geologijski faktor. Uzme li se da je srednji sadržaj mineralnih tvari u našoj vodi 100 mg/l, dobiva se da na pr. Dubrovačka rijeka sa srednjom množinom vode od 5 m³/sek. godišnje prenese 15.768 tona otopljenih rudnih tvari, a ako bi se tome još dodale mehaničke čestice koje voda također prenosi, taj bi broj još mnogo porastao.

3. RIJEKE

Razvoju riječne mreže pogoduju povoljne klimatske prilike, pretežno gorski značaj zemlje i nepropusno tlo, koje zaprema znatan dio površine. Prema orografijskim prilikama teku rijeke u tri glavna pravca: prema istoku, sjeveru i jugozapadu. Prema zemljopisnom smještaju šalju svoje vode s jedne strane izravno u Jadransko more, s druge u Crno. Tome su dva glavna razloga. Sjeverni dio države zaprema Podunavska nizina, koju je još u doba mlađeg tercijara plavilo veliko Panonsko jezero. Kada je otvaranjem Đerdapske sutjeske oteklo jezero u Crno more, pritjecale su sa svih strana rijeke u područje nekadašnjeg jezera i urezivale svoja korita i doline, pa su tako sve riječne doline nagnute od juga prema sjeveru i od zapada prema istoku. Drugi je razlog u vezi s reljefom zemljišta, koje se od najviših ispona Dinarskih planina spušta na zapad i jugozapad k Jadranskom moru, a na istok i

sjever prema Dunavu, pa zbog toga čine razvodnicu između ova dva područja ponajviše ulančene planine, a dijelom visoravni. Ona polazi od Risnjaka preko Velike i Male Kapele, Ličke Plješevice, Šator-planine, Vitorog-planine na Bitovnju, Ivan-planinu, Ivan-sedlo, Bjelašnicu, Treskavicu, Leliju i Lebršnik *(18)*. S obje strane ove granice bitno se razlikuju područja, koja ona dijeli u morfologijskom, geologijskom, klimatskom i biljnom pogledu. Povučena granica dobiva time šire značenje od jednostavne hidrografijske razvodnice, to većma, kada pod takvim kontrastima fizičkih uvjeta postoje i u životu stanovništva vidljive razlike.

Zbog visokog položaja razvodnice, koja se na rijetkim mjestima spušta ispod 1000 m, nigdje ne dolazi do spajanja pontskog i jadranskog riječja, iako vode obiju strana stoje u svojim vrelištima vrlo blizu. Izvor Neretve je samo 600 m udaljen od izvorišta Klobučarice, izvornog kraka Sutjeske *(18)*. Ipak je razvodnica na dosta mjesta neodređena zbog krškog značaja širega graničnog pojasa, tako da su oba hidrografijska područja vezana podzemnim otjecanjem vode, kao što je to kod voda Krbavskog polja, koje ispod Plješivice vjerojatno otječu rijeci Uni. Položaj razvodnice je takav, da leži posve blizu Jadranskom moru od kojega je u najsjevernijem dijelu udaljena oko 18 km (Risnjak). Prema jugoistoku se odmiče te na jugu postiže najveću udaljenost do 90 km (Ivan-sedlo — Drvenik).

Po ovim granicama zauzima crnomorsko (dunavsko) područje oko 76.400 km² ili oko 70% od čitave površine države, dok na jadransko područje dolazi samo 32.000 km² (30%), od čega pripada krškom području oko 15.000 km² *(9, 19)*.

Poriječju Crnog mora pripadaju i najveće rijeke u našoj državi: Dunav, Drava i Sava s pritocima, Dunav, a djelomično i Drava granične su rijeke. Obje ove rijeke primaju neznatne pritoke ako se apstrahira činjenica, da Drava i Sava utječu u Dunav. Značajno je za Savu da s lijeve strane prima kratke pritoke, a s desne strane prima svoje glavne pritoke. To je posljedica položaja sekundarne savske te dravsko-dunavske razvodnice. Ondje pak, gdje se ova razvodnica prekida, kao na pr. zapadno od Fruške gore, dolazi do spajanja riječja, te potok Rvenica predstavlja hidrografijsku vezu Dunava i Save *(17)*.

Isporede li se glavne rijeke crnomorskog područja po broju pritoka s dužinom većom od 50 km, vidi se da najveći broj pritoka pripada Savi. Dok Dunav prima osim Save i Drave izravno samo 1 pritok, Drava 2, Sava prima izravno s lijeve strane 6, a s desne 11 pritoka. Po neizravnim pritocima iste dužine ostaju za Dravu iste vrijednosti, dok Sava prima s lijeve strane 11, a s desne 26 pritoka izravno i putem glavnih svojih pritoka. Za glavne desne pritoke Save koji teku k sjeveru značajno je, da im je dužina toka to veća, što su istočniji: Una 214 km, Vrbas 240 km, Bosna 272 km, Drina 461 km (od izvora).

S obzirom na utjecaj glavne razvodnice rijeke jadranskog područja daju posve drukčiju sliku. One su razmjerno kratke, a dužina im se povećava što su južnije. Ipak dužina pojedinih rijeka znatno nadmašuje udaljenost između razvodnice i Jadranskog mora. Ovu okolnost zahvaljuju rijeke samo dijagonalnom smjeru svoga toka, a tok rijeke Neretve čini pravi kut, i zbog toga ona ima skoro 2 i pol puta duži tok od širine prostora, koji stoji između razvodnice i Jadranskog mora.

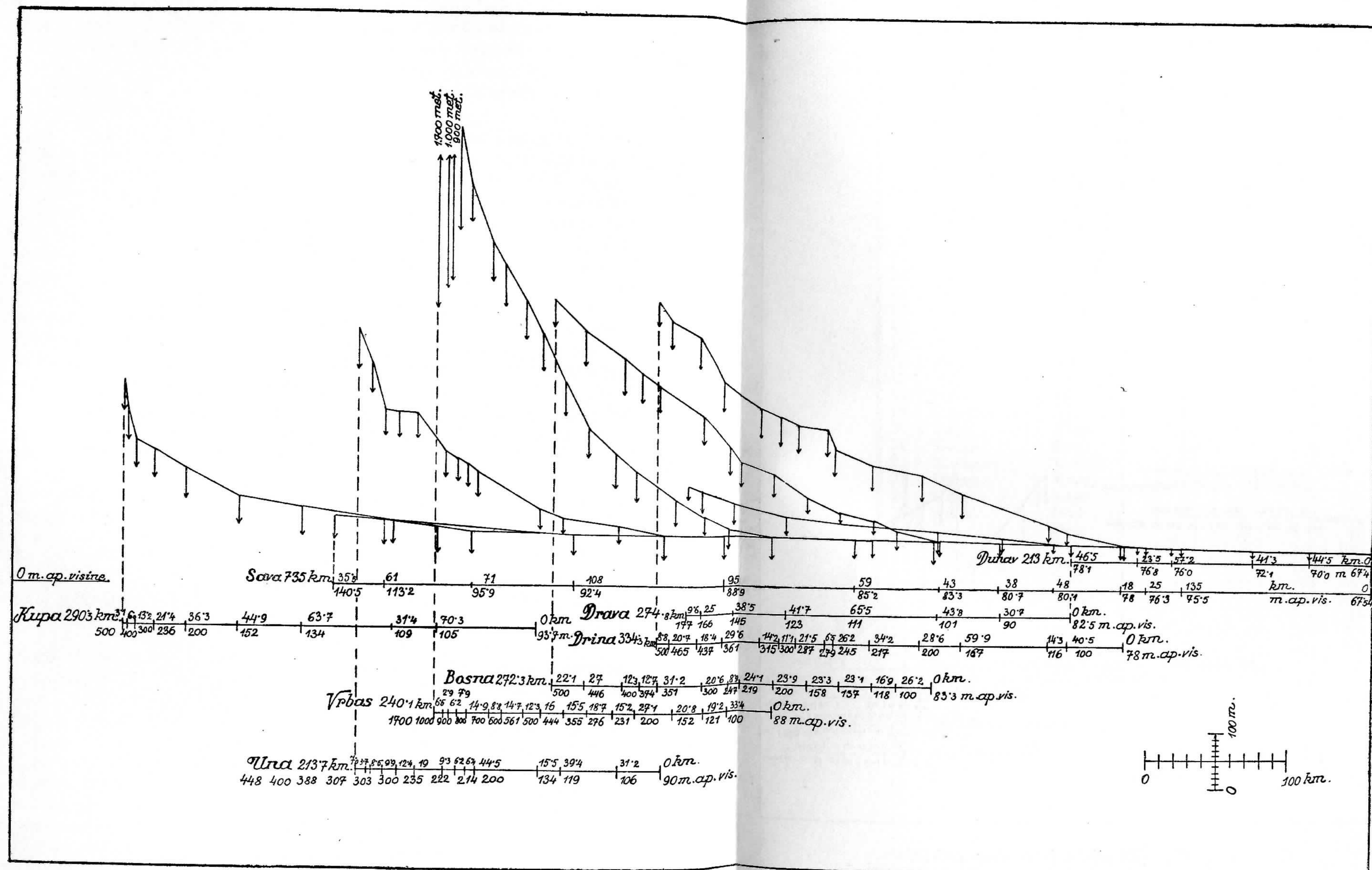
Zbog posebnog reljefa i oskudnosti prostora, kojim teku ove vode, svaka rijeka čini svoj odijeljeni riječni sustav, te nema one pojave kao što je to kod voda crnomorskog slijeva, da se manja riječja izlijevaju u veća. Osim toga oskudna i ograničena riječna mreža ima posve drukčiji izgled. Ona je više razgranjena oko samog vrelišta, a što bliže ušću, pritoci su rjeđi i kraći, a to je posljedica krškog značaja predjela kojim one teku. Neretva s najbolje razgranjenom mrežom ima 71 pritok od svoga izvora do ušća Rame (100 km), a od ušća Rame do ušća matice rijeke (118 km) može se nabrojiti tek 19 izravnih pritoka. Uslijed tih okolnosti ove rijeke dobivaju glavnu količinu podzemne vode u gornjem toku pa tim pokazuju bitnu značajku krških rijeka. One imaju izgled polusuhog drveta, kojemu tek zeleni vršak podržava život.

U crnomorskom slijevu dolaze 44 rijeke s tokom dužim od 50 km, a u cjelokupnom području jadranskog slijeva svega tek 4 (s ponornicama 7) rijeka.

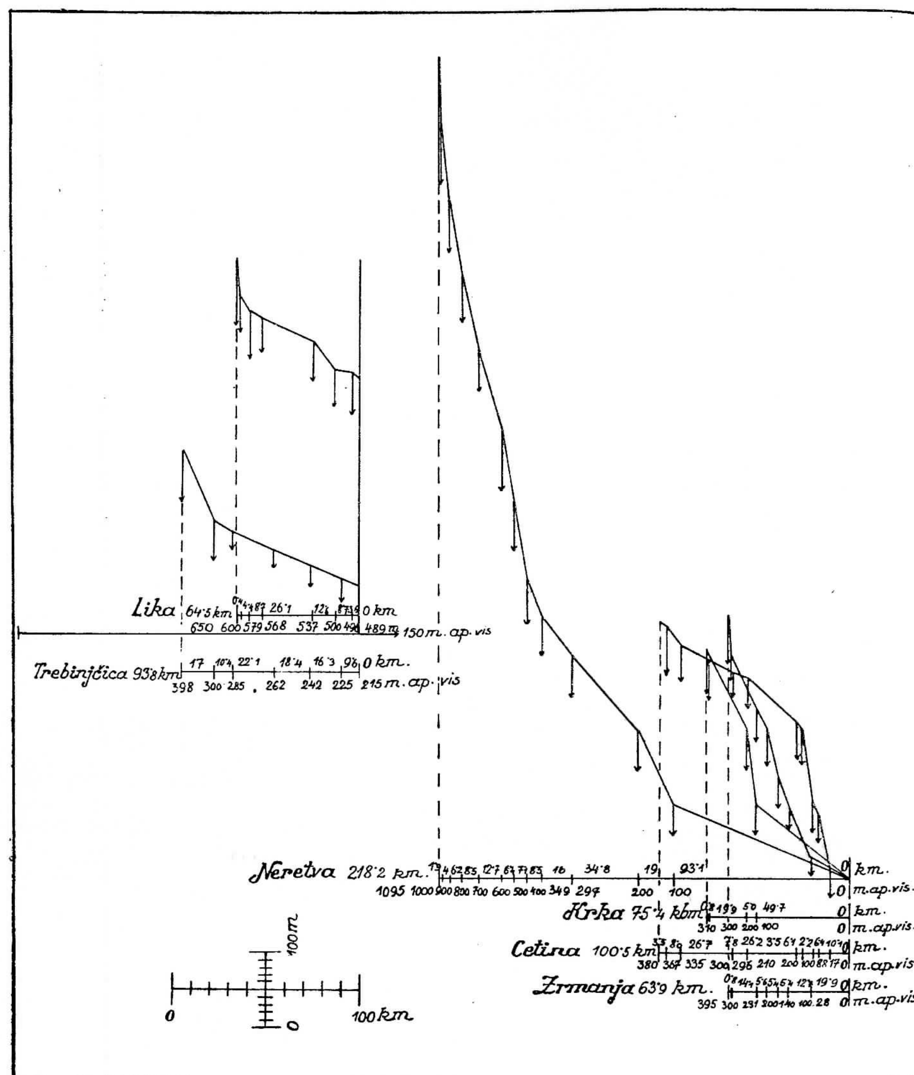
Dužina svih rijeka u državi s tokom od 50 km na više iznosi 6.248.3 km, a pripada:

Dunavu (bez Save)	789,2 km
Savi	4.789,7 km
Rijekama Jadranskog mora	458,0 km
Ponornicama	211,4 km

Kada bi se uračunale sve vode, ukupna bi dužina daleko premašila ovaj iznos, te bi se vjerojatno povećao bar za tri puta. Po dužini većoj od 200 km dolaze rijeke ovim redom: Sava, Drina, Kupa, Drava, Bosna, Vrbas, Neretva, Una i Dunav. Dužini toka ne odgovara razmjerna površina, jer iza Save dolaze: Kupa, Bosna, Drina, Una, Drava, Lonja-Trebeš, Neretva i Vrbas. Već ovaj odnos dužine tokova i veličine površine pokazuje gustoću riječne mreže, pa je zbog toga i drukčiji red rijeka po ovim dvojakim vrijednostima. Iz toga se odnosa vidi da najveću gustoću mreže ima rijeka Bosna, pa Kupa te Lonja-Trebeš, koja se uopće ne nalazi među rijekama prve skupine, dok Drina ne dolazi u obzir, jer je dijelom izvan hrvatskog područja. Točnije se pokazuje gustoća mreže, ako se odredi odnos dužine svih tokova prema površini poriječja, pa se dobivaju vrijednosti prema ovoj tablici.



Sl. 3. Uzdužni profili rijeka crnomorskog područja



Sl. 4. Uzdužni profili rijeka jadranskog područja

TABLICA 4. — **Popis vodenih tokova (rijeka) koji su duži od 50 km.**

Redni broj	Naziv rijeke	Pritok	Dužina toka km	Površina porječja km²	Apsolutna visina		Pad riječnog toka	
					izvora m	ušća m	m	‰
1	Dunav	Crno more	213	1.873	78	67	11	0,05
2	Drava	Dunav	275	6.100	177	82	95	0,34
3	Bednja	Drava	93	966	300	137	163	1,76
4	Karašica	Drava	93	936	180	88	92	0,99
5	Vuka	Dunav	110	1.270	200	82	118	1,05
6	Sava	Dunav	735	67.260	140	68	72	0,09
7	Sutla	Sava	82	582	500	131	369	4,47
8	Krapina	Sava	67	1.235	275	124	151	1,70
9	Lonja-Trebeš	Sava	132	5.944	270	92	178	1,34
10	Cernec-Zelina	Lonja	52	334	290	99	191	3,69
11	Pakra	Lonja	66	629	700	93	607	9,14
12	Ilova	Lonja	86	1.049	200	94	106	1,22
13	Čazma	Lonja	123	2.608	185	96	89	0,72
14	Glogovnica	Čazma	61	680	240	105	135	2,19
15	Orljava	Sava	86	1.509	800	87	713	8,24
16	Bosut	Sava	186	3.025	200	76	124	0,66
17	Vel. Strug	Sava	58	664	—	—	—	—
18	Kupa	Sava	290	11.484	397	94	293	1,01
19	Kupčina	Kupa	51	645	800	109	691	13,41
20	Odra	Kupa	76	738	180	95	85	1,11
21	Korana	Kupa	121	645	420	119	301	2,48
22	Mrežnica	Korana	59	1.491	400	126	274	4,71
23	Dobra	Kupa	104	750	800	125	675	6,46
24	Glina	Kupa	93	1.434	285	103	182	1,94
25	Sunja	Sava	63	470	600	91	509	8,01
26	Una	Sava	214	7.285	448	90	358	1,67
27	Sana	Una	146	3.369	920	119	801	5,48
28	Gomjenica	Sana	57	752	500	138	362	6,39
29	Vrbas	Sava	240	5.406	1.700	88	1.612	6,71
30	Vrbanja	Vrbas	85	804	1.520	155	1.365	16,05
31	Ukrina	Sava	119	1.515	500	86	414	3,40
32	Bosna	Sava	272	10.480	500	83	417	1,52
33	Usora	Bosna	76	849	850	145	705	9,23
34	Spreča	Bosna	119	1.947	395	140	155	1,30
35	Krivaja	Bosna	100	1.387	1.050	207	743	7,43
36	Tolisa	Sava	65	512	319	81	309	4,74
37	Lukavac	Sava	54	455	630	79	551	10,20
38	Tinja	Sava	69	691	500	80	420	6,08
39	Drina	Sava	334	8.183	500	78	422	1,32
40	Prača	Drina	55	1.109	1.650	319	1.331	24,20
41	Drinjača	Drina	77	1.104	1.100	145	955	12,40
42	St. Jadar	Drinjača	54	586	—	—	—	—
43	Janja	Drina	57	300	600	94	506	8,87
44	Zrmanja	Jadr. more	64	907	395	0	395	6,18
45	Krka	Jadr. more	75	2.548	310	0	310	4,11
46	Cetina	Jadr. more	100	1.949	380	0	380	3,78
47	Neretva	Jadr. more	218	5.581	1.095	0	1.095	5,02
48	Lika	Krš	65	1.227	650	489	161	2,49
49	Ugrovača	Krš	53	539	—	—	—	—
50	Trebišnjica	Krš	94	2.255	398	215	183	1,94

TABLICA 5. — Gustoća riječne mreže i odnos pritoka prema matici rijeci.

Rijeka (matica)	Broj pritoka koji su duži od 10 km	Ukupna dužina pritoka km	Dužina matice u km	Za koliko je puta veća (+) ili manja (—) dužina pritoka od matice	Gustoća riječne mreže po km²
Zrmanja	1	11,6	63,9	— 6,5	83 m
Krka	7	165,8	75,4	— 1,4	95 m
Cetina	1	12,0	100,5	— 8,3	56 m
Neretva	10	303,3	218,2	1,4	111 m
Bosna	91	1.885,5	282,3	6,1	209 m

Iako su vrijednosti gustoće mreže izračunate samo po pritocima, koji imaju tokove duže od 10 km, što daje samo približne vrijednosti, vidi se da je gustoća mreže rijeke Bosne dosta znatna, dok daleko zaostaju rijeke iz Krša.

Razvoj riječnog toka ili odnos prave dužine riječnog toka prema najkraćem pravcu pokazuju ovi primjeri:

S a v a:

	zračna udalj.	tok	odnos
od ušća Une do ušća Vrbasa	50 km	81 km	1 : 1,62
od ušća Vrbasa do ušća Bosne	72 km	114 km	1 : 1,44
od ušća Bosne do Županje	18,5 km	42 km	1 : 2,27

K u p a:

	zračna udalj.	tok	odnos
od Male Gorice do ušća Kupe	12 km	35 km	1 : 2,89

B o s n a:

	zračna udalj.	tok	odnos
od ušća Rudanice do ušća Bosne	42 km	65,6 km	1 : 1,56

V r b a s:

	zračna udalj.	tok	odnos
od izvora do ušća Plive	61,5 km	91,2 km	1 : 1,49
od ušća Plive do ušća Vrbanje	49 km	74,3 km	1 : 1,51
od ušća Vrbanje do ušća Vrbasa	41 km	74,8 km	1 : 1,83
od ušća Crkvine do ušća Vrbasa	22,5 km	50,7 km	1 : 2,25
od izvora Vrbasa do ušća Vrbasa	151,5 km	240,3 km	1 : 1,58

N e r e t v a:

	zračna udalj.	tok	odnos
od izvora Neretve do ušća Rame	81 km	160,4 km	1 : 1,97
od ušća Rame do ušća Neretve	79 km	117,7 km	1 : 1,49

Najveći razvoj imaju nizinske rijeke, odnosno oni dijelovi, koji teku ravnicama, što pokazuje primjer Kupe, Save i Vrbasa. Najpovoljniji tok ima Sava između ušća Vrbasa i Bosne, te stoji u vrijednosti planinskih rijeka, a razlog je taj, što je u ovom dijelu sužena savska nizina susjednim gorskim lancima s lijeve i desne strane. Ulaskom u donju Posavinu postiže razvoj riječnog toka svoju najveću vrijednost (Bosna — Županja). Tipičan primjer postupnog povećavanja razvoja toka od izvora do ušća pokazuje rijeka Vrbas, tako da od Crkvine do ušća svoga dobiva vrijednost kao i Sava u okolici Županje, te u ovom dijelu ima značaj nizinske rijeke. Neretva sasvim protivno Vrbasu pokazuje posve nepravilan razvoj toka, te u gornjem dijelu ima veći nego u donjem dijelu. Uzrok je ovoj obratnoj pojavi relativno jaki pad riječnog toka u donjem dijelu (sl. 3, 4).

Stvaranje riječnih dolina teklo je usporedo s izgradnjom ostalih kopnenih oblika, pa iste sile, koje su sudjelovale u oblikovanju našega reljefa, izgradile su i naše riječne doline. U planinskom dijelu usječene su one u gorske povore u obliku strmih i klisurastih korita. Doline imaju velike dubine, koje nadvisuju strme, mjestimice okomite strane po nekoliko stotina metara visine, te se po ljepoti i veličajnosti mogu takmičiti s najglasovitijim gorskim klancima. Mjestimice sužene na nekoliko desetaka metara, a strmim padom dajući maha divljim brzacima i jakim vodopadima, predstavljaju ovakva mjesta najveće zapreke u prometnim vezama. Takve sutjeske dolaze u svim planinskim rijekama, pa se napose ističu Neretva, Zrmanja, Una, Vrbas, Drina, Lika, Kupa, Unac, Krka, Cetina, Korana i brojne manje rječice, pa i sami potoci skrivaju svoje tokove u dubinama impozantnih dolina i sutjeska. U najvećem kontrastu s ovakvim oblicima stoje zavale i kotline. Prekidajući suvislost tjesnaca nastupaju izmjenično u pravcu dolina pa se javljaju posvuda kao i tjesnaci. Zbog povoljnih životnih uvjeta i plodnog aluvijalnog tla predstavljaju one glavna područja naseljenosti i gospodarske djelatnosti u planinskoj Hrvatskoj.

Drukčije su prilike kod rijeka u nizinama. U hrvatskom su se nizozemlju tek nakon regresije Panonskog jezera počele oblikovati današnje rijeke. Tokom diluvija usijecale su nadošle rijeke svoja korita u neogene taložine, a riječne vodene gomile zbog neznatnog pada raznosile su šljunak i pijesak, taložile gline i ilovaču u velikim površinama našega nizozemlja, kako to pokazuje sam riječni sediment. Zbog slabog otpora neogenih i diluvijalnih naslaga tokom urezivanja korita vršila su se horizontalna pomicanja riječnih korita sve do danas, o čemu govore mrtvi rukavi, sporedna i

Sl. 5. Meandri Save između Kratečkog i Trebeša

napuštena korita, gusti i jaki zavoji te raširene recentne riječne naplavine. Zbog toga ove rijeke imaju relativno plitka korita i niske obale, nestalan i u najvećoj mjeri razvijen riječni tok kako se vidjelo iz naprijed navedenih primjera. U ovom leže i uzroci razlika naših nizinskih rijeka prema onim iz planinskih predjela. Neke sličnosti u razvoju riječnih tokova pokazuju one rijeke, koje teku ravnicama i visoravnima planinske Hrvatske, posebno u onim krškim poljima, koja su u doba tercijara bila pod slatkovodnim jezerima.

Primjer veće promjene u pravcu toka daje ponornica Mušnica u Gatačkom polju. Ona je svoj prvobitni tok, koji je išao u pravcu sjeverozapada u t. zv. Veliko polje promijenila tako, kako danas teče, t. j. da je od polovice toka kod Srđevića kasnije zauzela suprotni pravac jugoistoka *(11)*. Već sama pojava zavoja uz povoljan sastav tla nužno izaziva promjenu toka. Učinak je to veći, što je rijeka bogatija vodom, što je veća brzina vode i rahlije tlo kojim teče rijeka. Sve ove uvjete ima rijeka Sava, pa se zbog toga odlikuje velikom krivudavošću. Nebrojeni mrtvi rukavi posve su odijeljeni ili su još djelomično povezani s glavnim tokom. Pojave serpentiziranja pokazuju također donji, nizinski, tokovi Une, Vrbasa, Bosne, Drine, samo su ti oblici sitniji, zbog manje količine vode koju imaju ove rijeke.

Sa zavojima u toku rijeke u vezi je dubina i oblik riječnog korita. Dubina je normalnog riječnog korita u zavojima veća nego drugdje. Na prijelazu iz jednog zavoja u drugi dubina je obično najmanja, pa tako uzdužni profil u rijekama sa zavojima ima valovit oblik, jer izmjenično dolaze t. zv. virovi i pličine. U presušenom koritu opažaju se virovi u obliku dugoljastih, vodom napunjenih dubina, koje su odijeljene suhim pragovima, kakovi se nalaze na dosta mjesta uzduž toka Save. Sama Obedska bara je »vir« kao ostatak nekadašnjega korita Save, kao što će se sličan proces dogoditi i s onim velikim zavojem nasuprot Obedske bare. Dosta virova kao ostataka bivšega korita dolazi uz obalu Save između Siska i ušća Velikoga Struga pa su lijepi primjeri bivših virova u Lugu kod Topolovca, kod sela Čigoča, Bistrača, Mužilovčice, Crkvenog i Ivanjskog Boka i dva kod sela Puska, nazvani »Tišina«. Ukupna njihova dužina s pragovima iznosi oko 29 km, pa je za tolik iznos skraćen tok Save u ovom dijelu (sl. 5).

Rijeke, koje teku ravnicama, imaju normalan pad riječnoga toka, te se pad od izvora k ušću pravilno umanjuje. Planinske pak rijeke, kojih su doline usječene u čvrsto kamenje različite otporne snage, nisu mogle postići pravilnu krivulju pada. Zbog toga sve ove rijeke imaju u pojedinim dijelovima svoga toka stupnjevit pad. Naročito se ističu ovom osobinom Drina, Bosna i Una. Kako se vidi iz uzdužnog profila glavnih rijeka, dolaze u toku Drine dvije jače stepenice. Prva je kod 286,7 km, druga osobito jaka kod 194,9 km od ušća, te čini ovdje pad 5,39‰, dok u prethodnom

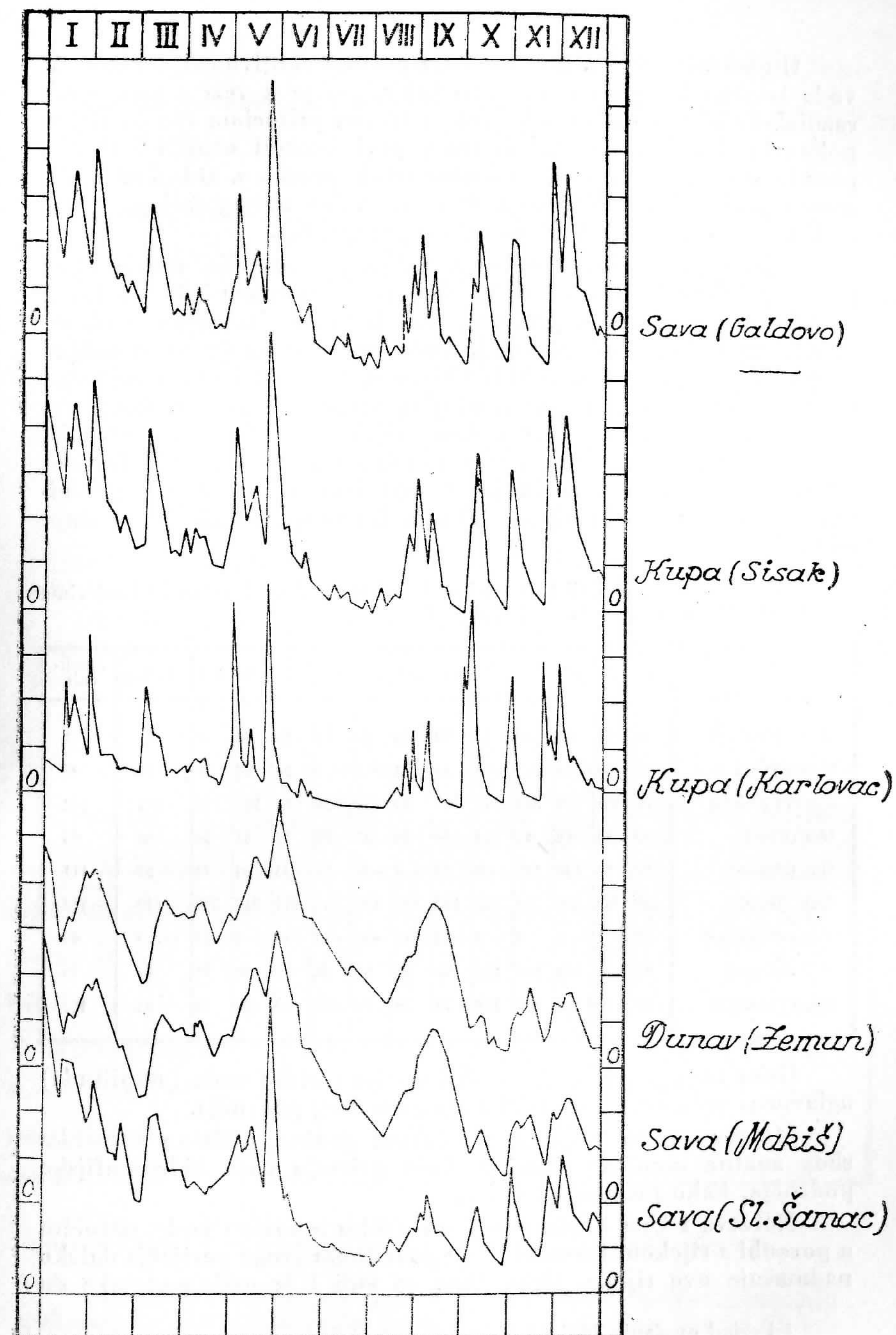
dijelu iznosi samo 0,36‰. Stepenica Une kod 53,5 km od izvora pada s 3,42‰ prema prethodnom dijelu s 0,31‰. Ovakve nepravilnosti u padu toka pokazuju Vrbas, Kupa, pa i sama Drava na 50 km od ušća.

Osobito jake nepravilnosti u padu riječnog toka pokazuju krške rijeke, kao i neposredni pritoci Jadranskoga mora. Cetina pokazuje najjače poremećen pad, kako se vidi iz uzdužnog profila, te iznosi od ušća uzvodno: 1,68‰, 11,09‰, 5,45‰, 16,39‰, 2,86‰, 3,28‰, 0,51‰, 1,31‰, 4,00‰, 3,71‰, pa je pad toka u četvrtom dijelu 32 puta veći od onoga u sedmom dijelu uzvodno. Slično je i kod Krke, Zrmanje, Neretve i Like, dok Trebišnjica ima gotovo posve pravilno spuštanje.

Srednji pad riječnog toka je kod nizinskih rijeka mnogo manji, nego kod planinskih rijeka. Dok Sava, Drava, Bosut imaju pad malen, planinske rijeke postižu znatno veće vrijednosti. Na najmanjim planinskim rijekama pokazuje uzdužni profil vrlo široke granice, a pad Prače postiže najveću vrijednost (24,20‰) između svih rijeka s tokom dužim od 50 km. Značajno je da one nizinske rijeke, koje izviru u sredogorju hrvatskog međuriječja, imaju znatan pad (Sutla, Pakra i Orljava).

U vezi s nepravilnim promjenama u padu riječnoga toka, koje su na kraćim razmacima neobično česte i vrlo velike, javljaju se brzaci i vodopadi, gdjegdje desetke metara visoki. Dok jaki brzaci dolaze u svim planinskim tokovima, vodopadi su najčešći i najveći u krškim rijekama. U gornjem toku Krke dolaze dva vodopada, svaki po 10 m visok, a pri izlasku rijeke u Kninsko polje ruši se voda u slapu od 20 m visine (Veliki buk). Donji tok je još bogatiji, pa se redaju slapovi: Bilušić 19,6 m, Prljen 15 m, Manojlovac sa tri stepenice 84,5 m, Roški slap 25,5 m i konačno Skradinski buk 46 m visok, jedan od najljepših vodopada u Evropi. Tok Cetine prekinut je na nekoliko mjesta strmim odsječcima vodopada, među kojima se ističe Velika (48 m) i Mala Gubavica (7 m) kod Zadvarja, u onom dijelu, gdje se rijeka probija između Mosor-planine i Biokova. Osim ovih dolaze vodopadi kod više mjesta na Uni, Zrmanji, Korani, Kupi, Neretvi, Plivi, kao što i na mnogim manjim rijekama i gorskim potocima (Gacka, Lika, Jadova, Plitvica potok, Drenovača potok kod Voćina, Slunjčica i dr.). Pojava vodopada u vezi je s rasjedima, s nejednakom otpornom snagom kamenja te nejednakom erozivnom snagom voda. Zbog toga često dolaze na sastavcima pritoka i matice rijeke (Una—Unac, Jadova—Lika, Plitvica potok—Plitvička jezera, Pliva—Vrbas, Slunjčica—Korana).

Uslijed razbijanja vode u sitne kapljice na vodopadima dolazi do oslobađanja ugljičnog dvokisa pa voda taloži karbonate, koji često čine debelu prevlaku na kamenoj podlozi vodopada (Una kod Martinbroda, Gacka kod Švice, Zrmanja). Ako je taloženje jače od mehaničkog razaranja vode, opstanak je vodopada uz takve uvjete za dugi tok vremena osiguran.



Sl. 6. Krivulja vodostaja rijeka (g. 1938.)

U godišnjem kretanju vodostaja postoje vidljive razlike između voda istočno i zapadno od razvodnice, što je u vezi s godišnjom razdiobom oborina. Drava i Sava sa svojim pritocima sve do Drine pokazuju dva izrazita maksimuma, prvi između ožujka i lipnja, ponajviše u svibnju, drugi u studenom i prosincu. Od dva minimuma prvi nešto slabiji pada zimi oko veljače zbog snijega, drugi jači u kasno ljeto od kolovoza do rujna (sl. 6.).

Rijeke jadranskog područja pokazuju drukčije stanje zbog pojave jakih, naročito jesenskih kiša sve do prosinca i sekundarnog maksimuma oborina u proljeće, dok je ljeto siromašno u oborinama, naročito južniji predjeli. Veće rijeke primaju vodu uslijed otapanja snijega u planinskim visinama, tako da i one imaju dva puta visoku vodu, prvi put u ožujku, travnju i svibnju, drugi put u studenom i prosincu, slično kao i rijeke crnomorskog područja, ali s tom razlikom, da jesenski minimum vodostaja pada između kolovoza i listopada i da je mnogo izrazitiji od zimskog minimuma, to više što je rijeka južnije. Navedeni primjeri pokazuju ove odnose:

TABELA 6. — Srednji mjesečni vodostaj u centimetrima na vodomjerima navedenih rijeka u periodu god. 1929.—1938.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina	Amplituda
Gacka (Otočac[1])	56	51	**61**	42	37	25	16	*10*	15	30	42	**59**	37	51
Cetina (Trilj)	62	49	86	73	56	23	3	*— 6*	— 3	30	**90**	**90**	46	96
Neretva (Gabela)	170	153	195	**205**	177	108	52	23	36	91	**204**	175	132	182
Una (Bihać)	49	46	**65**	**65**	54	40	28	21	*20*	33	**61**	54	45	45
Una (Dubica)	57	84	**132**	127	90	34	— 4	*—21*	—11	33	**107**	74	59	111
Kupa (Brest)	233	243	**331**	275	218	180	122	*106*	143	231	**313**	250	220	225
Vrbas (Klasnica[2])	—17	— 4	— 6	**9**	— 5	—20	—40	*—51*	—49	—33	— 9	—11	— 19	60
Bosna (Doboj)	93	101	**124**	107	107	77	60	*50*	54	80	**98**	91	87	74
Drina (Zvornik)	63	70	120	131	**139**	73	26	—10	*—13*	24	109	82	68	152

Osim toga je godišnja razlika visoke i niske vode (amplituda) uglavnom veća nego kod rijeka crnomorskog područja.

Množina vode, koja otječe tokom godine, prilično je velika zbog znatne množine oborina, koje primaju naša hidrografijska područja, kako pokazuje tabl. 7.

Neretva i Una imaju neobično veliku množinu vode, naročito u poredbi s rijekom Bosnom, koja površinom svoga poriječja daleko nadmašuje ove rijeke. Osim toga se vidi i iz ovih podataka da

[1] Period opažanja 1935.-38.
[2] Period opažanja 1930.-38.

TABLICA 7. — Srednja množina i amplituda protoka u 1 godini (1923.32.).

Rijeka (postaja)	Godišnji protok u km³	Amplituda protoka u %
Neretva (Gabela)	8,828	14
Drava (Osijek)	17,702	6,3
Sava (Mitrovica)	48,179	9,7
Kupa (Sisak)	5,893	10,3
Una (B. Dubica)	7,636	12,8
Vrbas (Banja Luka)	2,305	11,3
Bosna (Doboj)	4,075	14,7
Drina (Zvornik)	11,345	13,4

rijeke planinskog područja imaju veću razliku najmanje i najveće množine vode tokom godine (amplituda) nego nizinske rijeke.

Množina vode, koju daje rijeka, zavisi o razdiobi meteorne vode na površini zemlje. Odnos između ishlapljivanja i otjecanja je veoma različit *(9)*.

TABLICA 8. — Odnos između ishlapljivanja i otjecanja.

Poriječje	Protok vode za jednu godinu u km³	Godišnja množina oborina u toj godini u km³	Islapljivanje %	Otjecanje %
Krka (Matoše 7)	0,7159	1,1594	37,93	62,07
Neretva (Gabela 16)	4,3502	9,2327	52,87	47,13
Kupa (Brest 23)	4,3977	21,6495	79,68	20,32
Vrbas (Banja Luka 4)	1,7786	2,6358	32.58	67,42
Bosna (Zenica 22)	1,4995	5,9185	74,67	25,33
Drina (Branjevo 34)	6,4397	16,5974	61,21	38,79

(Mjesta u zagradi označuju vodomjerne postaje, po kojima je uzeta i sabirna površina, a broj pokraj mjesta označuje broj kišomjernih postaja).

Uzajamno djelovanje dvaju riječja na karakteristike vodostaja pokazuje se kod nekih većih rijeka. Vodostaj se Save još na 25 km uzvodno od ušća u Dunav prilagođuje vodostaju Dunava. Ljetni

minimum Save kod Šamca pomakao se kod Makiša od početka kolovoza prema polovici istoga mjeseca povodeći se za dunavskim minimumom. Rujanski maksimum u Savi kod Makiša razvio se povodom dunavskog maksimuma (sl. 6.). Jednako tako dravski jesenski maksimum kod Osijeka prelazi stalno od studenoga na rujan. Kupa kod Siska pomiče svoj listopadski maksimum, koji dolazi tokom rijeke sve iza Karlovca, čak na studeni—prosinac, kada ga ima Sava.

Zbog pretežno planinskog značaja zemlje hidraulička snaga rijeka je velika. Ona se mijenja padom i brzinom rijeke, te količinom vode, koja otekne u određenom vremenu. Što je veći pad i veća količina otjecanja, to je veća hidraulička snaga. To pokazuju mnogi primjeri *(19)*:

Vrbas	od izvora do Jajca	48.599 ks
	od Jajca do Banje Luke	24.290 ks
	od Banje Luke do ušća	17.290 ks

Hidraulička snaga Drine po kilometru toka iznosi od ušća Lima do Višegrada 490 ks/km, u zavoju kod Višegrada 1030 ks/km.

Sava	od granice do Zagreba	58.840 ks
	do ušća Une	4.990 ks
	do ušća Vrbasa	6.900 ks
	do ušća Ukrine	7.270 ks
	do ušća Bosne	3.020 ks
	do ušća Drine	18.710 ks
	do Zemuna	43.430 ks
	Ukupno	143.160 ks

Izuzevši krške vode iznosi hidraulička snaga u cijeloj državi 1,323.000 ks za niske vode. Tome treba dodati vodenu snagu iz Krša, koja se cijeni na 300—500.000 ks, pa bi cjelokupna snaga iznosila oko 1,600.000 — 1,800.000 ks za niske vode, što znači, da se može iskorišćavati preko cijele godine. Za srednje vode je snaga dva puta veća, a može se iskorišćavati kroz 9 mjeseci u godini. Kad bi rijeke bile uređene, mogla bi se snaga srednje vode upotrebiti kroz cijelu godinu. Praktično iskorištena količina vodene snage je do danas još neznatna.

Pregled vodene snage većih rijeka:

Dunav	95.000 ks
Drava	234.810 ks
Sava	143.160 ks
Drina	196.640 ks
Bosna	136.250 ks
Una	92.010 ks
Vrbas	90.179 ks
Neretva	89.560 ks
Kupa	48.280 ks
Cetina	39.170 ks
Krivaja	30.070 ks
Sana	22.210 ks

D u n a v kao granična rijeka pripada desnom obalom Hrvatskoj od ušća Drave do ušća Save u dužini od 213 km, a to čini 8,2% od njegove čitave dužine (2.850 km). Ovaj dio dunavskog toka predstavlja ujedno dio hidrografijskog središta Panonske nizine, jer se prema njemu stječu najveći panonski pritoci: Drava, Tisa i Sava. Kod ušća Drave ima nadmorsku visinu od 78,1 m, a kod ušća Save 67,4 m, tako da srednji pad toka iznosi u hrvatskom dijelu 0,05‰. Pad nije posvuda jednak. Za visoka vodostaja nosi 7.850 m³/ sek. vode, a za niske vode manje od 2.000 m³/sek. — Zbog obilja vode koju dobiva u ovom dijelu česte su poplave, pa su u svrhu obrane zemljišta izvedene velike vodogradnje. Širina korita je jako promjenljiva kao i dubina. Prema visini vode kreće se širina od 530 m do 1200 m, a dubina od 7 do 14 m *(9.)*. Prema visini vode iznosi najveća brzina od 0,9 do 1,4 m/sek., dok mu je srednja brzina vode oko 0,91 m/sek. *(9.)*. — Visoku vodu ima većinom u svibnju, katkad u lipnju, a nisku u jeseni.

D r a v a ulazi u Nezavisnu Državu Hrvatsku kod Ormoža, teče dijelom kroz hrvatsko područje, a dijelom kao granična rijeka, ukupno u dužini od 274,8 km. Kod ulaska u državu nalazi se u visini od 177 m, dok kod ušća u Dunav iznosi ona 82,5 m, te je srednji pad toka 0,34‰. — Pad nije posve pravilan, jer u srednjem dijelu toka ima najmanji pad, stoga je kod Varaždina najveća brzina 1,7 m/sek., kod Donjeg Miholjca 0,99 m/sek., a kod Osijeka 1,14 m/sek. Širina korita se kreće između 140 i 370 m, a dubina 4 do 7 m. Za srednje vode proteče oko 530 m³/sek. Zbog takva hidrologijskog značaja rijeka je brza toka, jake mehaničke snage, pa su joj tok i obala vrlo nestalne. Hidraulička snaga je veća od ijedne druge naše rijeke.

S a v a pripada Hrvatskoj od ušća Sutle do Zemuna, gdje utječe u Dunav. Od ukupne njezine dužine (940 km) pripada Hrvatskoj 735 km, što iznosi 78% čitave dužine, pa je ona najduža rijeka Hrvatske. Kod ušća Sutle ima visinu od 140,5 m, a kod njezina ušća u Dunav je najniža točka čitave kontinentalne Hrvatske 67,54 m apsolutne visine. Srednji pad toka je nešto veći od dunavskog, te iznosi 0,099‰. Najveći pad je do Zagreba, a od Zagreba, gdje ulazi u nizinu držeći se njezina južnog ruba, do ušća iznosi prosječno 0,073‰. Ulazeći u nizinu prima sve osobine nizinske rijeke praveći brojne i jake zavoje, mrtve rukave, sporedne tokove s niskom obalom i pješčanim plićinama. Najvišu vodu ima u travnju ili svibnju zbog otapanja snijega, a sekundarni maksimum

u kasnoj jeseni, koji odgovara maksimumu oborina u gornjem toku. Najmanja voda dolazi u kolovozu kao sušnom i vrlo toplom mjesecu. Kod ušća Drine protječe za najniže vode 706 m³/sek., a kod visoke vode do 4.078 m³/sek., pa se sada voda digne do 9,4 m. Prosječno otjecanje vode iznosi oko 1200 m³/sek. Za visoke vode izlijeva se iz korita i redovno preplavi vrlo velika područja, koja iznose do 4800 km². — Zbog toga se nalaze s obje strane toka rijeke po 10 do 20 km od obale stalne močvare, a zbog malog pada akumulacija je tolika, da matica pomiče svoje korito. Zbog istoga razloga nema toliku hidrauličku snagu, koja bi odgovarala količini vode.

Sava prima vode od svih naših glavnih riječnih sustava (Kupa, Una, Vrbas, Bosna, Drina) i tako sačinjava gustu i razgranjenu mrežu, pa je osim Dunava vodom najbogatija naša rijeka. Njezinu poriječju pripada 67.260 km² *(16.)*, što iznosi okruglo 85% od ukupnog crnomorskog poriječja, ili 60% od čitave površine države. Zbog ovako velikog i suvislog prostranstva savskog poriječja zalaze njezine vode u sve dijelove države. Kupom i njezinim pritocima primiče se u neposrednu blizinu Jadranskoga mora, Bosnom i Drinom dopire do najjužnijih granica države, sa sjeverozapada ulazi sama rijeka u državu, a njezino ušće predstavlja najistočniju točku države. Po svim ovim vrijednostima predstavlja Sava našu glavnu vodenu žilu.

K u p a izlazi iz 200 m dugog i 30 m širokog Kupeškog jezera u visini od 397 m, te praveći velike zavoje teče uskom dolinom s mjestimičnim proširivanjem uglavnom prema istoku. U srednjem toku čini najveći zavoj i protječe kroz Otočko i Metličko polje, koja su povezana uskim tjesnacima *(20.)*. Ulaskom u Pokuplje tvori ponovno dva velika zavoja i kod Capraga u visini od 91,5 m utječe u Savu. Dužina toka iznosi 290 km. Pad riječnog toka uglavnom je pravilan, te se smanjuje prema ušću. — Važnije pritoke prima samo s desne strane (Dobra, Korana, Glina, Utinja i Petrinja), a s lijeve je znatniji pritok Odra.

U n a izvire iz jakog krškog vrela kod sela Suvaje u visini od 448 m, teče prema sjeverozapadu do Bihaća, gdje mijenja smjer prema sjeveroistoku i utječe kod Jasenovca u Savu u visini od 90 m. Srednji pad riječnog toka je 1,67‰. Dolina je čisto kanjonskog značaja s jakim slapovima i proširuje se kod Bihaća, Krupe, Bosanskog Novog, Kostajnice i ispred ušća. U najdonjem toku pravi brojne zavoje, te ima mrtvih i napuštenih korita. Relativno prostrano poriječje šalje svoje vode podzemno rijeci Uni. Zbog toga krški značaj njezina poriječja daje vodenom režimu Une naročite osobine, pa je amplituda između srednjeg visokog i niskog vodostaja malena (vidi mjesečni vodostaj). To je posljedica sukcesivnog pritjecanja podzemne vode sa strane. Mase sedre više Novog prekidaju u obliku kaskada uzdužni profil rijeke. Zbog tih pojava rijeka ne poplavljuje svoje okolice izuzev najdonji tok, gdje izaziva

poplavu visoka voda Une i Save (29 km²). Važnije pritoke prima s desne strane (Unac i Sana).

V r b a s izvire iz dva vrela ispod Vranice planine, a utječe u Savu kod sela Davora. Zbog svog velikog pada (6,71‰) zadržava značaj planinske rijeke do ulaska u ravnicu ispod Banje Luke. U gornjem toku je pun vrtloga i plitak, pa se do Jajca može pregaziti. U donjem toku rijeka prelijeva korito samo za visoke vode te poplavljuje oko 87 km².

B o s n a ima čitavi niz izvora na podnožju Igman-planine. Najjači izvor sa 3 m³/sek. za niske vode upućuje na krški značaj izvornog područja. Rijeka ima umjereni pad (1,52‰), razgranjenu mrežu, te prima brojne pritoke s lijeve (Lepenica, Lašva, Usora) i s desne strane (Krivaja, Spreča). Iza Drine je najbogatija vodom i hidrauličkom snagom. Visoka voda napušta korito samo u donjem toku, uslijed istog učinka kao i kod Une, što je zajednička osobina pritoka Save. U ovom dijelu poplavljuje površinu od 42 km².

D r i n a nosi ovo ime od sastavaka Pive i Tare, te čitavim tokom pripada Hrvatskoj u dužini od 334 km. Utječe u Savu preko puta Rače u visini od 78 m. Zbog visokogorskog značaja njezina poriječja teče uskom dolinom, u kojoj je duboko urezano njezino korito nepravilnog pada. Dolina se mjestimično proširuje najviše do 300 m u gornjem i srednjem toku. Takav značaj zadržava dolina sve do Zvornika, gdje se proširuje do 2 km širine, odakle doskora prelazi u nizinu Save. Jaki brzaci u gornjem toku daju Drini značaj planinske rijeke, dok prelazeći u nizinu pad se sve više smanjuje, a tim se mijenjaju i vrijednosti dubina, kao i visina vode. Zbog toga ima u gornjem toku malo vode, a korito je neznatne širine, dok u donjem toku taloženjem šljunka i pijeska mijenja smjer toka i tvori nebrojene zavoje i sporedna korita pa za visoke vode preplavi okolicu 1 do 1,5 km širine. Kao prava planinska rijeka dobiva najviše vode u proljeće od otapanja snijega, a najmanje je ima u kasno ljeto. Stoga je amplituda srednjeg mjesečnog vodostaja vrlo velika, a nisu rijetke ni izvanredno visoke vode. Do sada najviša voda zabilježena je 1896. godine, kad je u Višegradu iznosila 14,6 m, pa je preplavila zidani most *(10.)*. Zbog znatnog pada raspolaže velikom hidrauličkom snagom, te nadmašuje samu maticu, rijeku Savu.

N e r e t v a izvire u visini od 1100 m. — Do ušća Pridvorničkog vrela dolina je plitka, široka i puna šljunka, pa često mijenja svoje korito. Odavde ulazi u niz vrlo dubokih tjesnaca, koji između Rame i Gapine Luke imaju u dnu širinu 3 do 4 m s visinom do 1200 m, a mjestimično prelazi u proširenja i tvori brzace i vodopade (Šištica slap — 30 m) *(15.)*. Od Čapljine se dolina jako proširuje, a kod Metkovića prelazi u močvarnu ravnicu. Deltasto ušće dijeli se kod Opuzena na 12 rukava i utječe u Neretvanski kanal.

Najvišu vodu ima u travnju zbog otapanja snijega, a drugi jaki maksimum ima u jeseni zbog obilnih kiša. Ljetni minimum u vezi je s ljetnom sušom, a voda je vrlo niska te se sve do ušća Bune može pregaziti.

Zbog krškog značaja njezino je poriječje teško ograničiti. Rijeka prima osim površinskih krških pritoka mnogo vode podzemnim putem, sa svih okolišnih zavala i visoravni. Zbog toga su česti jaki krški izvori u najnižim dijelovima riječne doline, koji neposredno daju vodu rijeci.

Regulirana delta Neretve predstavlja danas 8 jezera, a zbog neznatnog nagiba tla delta je uz jezera puna močvara, pa je kraj dosta nezdrav.

K r š k o h i d r o g r a f i j s k o p o d r u č j e po svojem raširenju nije vezano na hidrografijsko područje Jadranskoga mora. Ono dolazi posvuda, gdje postoje uvjeti pojave krša, pa se tako nalazi i s ove kao i s one strane razvodnice. Razlika je samo u tom, što je krš kao geologijsko-morfologijska tvorba u jadranskom području svuda raširen u suvisloj cjelini. Istočno od razvodnice dolazi krš samo u pojedinim, većim ili manjim predjelima, naročito u zapadnom dijelu crnomorskog slijeva, dok poput otoka dolazi u maloj površini i drugdje, kao u Zagrebačkoj i Samoborskoj gori, kod Foče i drugdje.

Zbog velikog raširenja krša u jadranskom području malo je rijeka s normalnim otjecanjem. Osim Zrmanje, Krke, Cetine i Neretve te nekih kraćih tokova, koji samostalno utječu u Jadransko more, sve ostale vode Krša predstavljaju naročiti tip rijeka, koje daju Kršu posebni hidrografijski značaj. Među njima prevlađuju stalne i periodične ponornice, u Primorju kratke primorčice, zatim bujice i suvaje (pećine, jaruge).

Ponornice izviru redom iz jakih krških vrela, pojedinačnih ili iz čitavih skupina. Teku neko vrijeme nadzemno, te se iza kraćeg toka gube u podzemlju, ponirući u ponore. Poniranje je rijeke posljedica morfologijskog značaja i raspucanosti vapnenačkog kamenja u krajevima, kojima teku. Mnoge od njih poniru u kraju, gdje imaju posve slobodno otjecanje površinom, posred polja i uzduž svoga toka, pa samo za srednje i visoke vode dopiru do najdaljih ponora. To je razlog da ponornica nizvodno sve više gubi vodu, što se osobito lijepo može promatrati na ponornici Lici *(9.)*:

Vodomjerna postaja (nizvodno)	množina protoka u m^3	srednja brzina m/sek.
Klanac	1,12	0,2
Sklop	1,06	0,3
Selište	0,71	0,7

Dok na pr. Lika i Jadova gube vodu ponorima, koji dolaze nizvodno na dnu korita ili sa strane, Gacka šalje vodu podzemno već

na četvrtini svoga nadzemnog toka, a kod Otočca se dijeli na dva glavna rukava. Oba međutim rukava šalju vodu postrance izvan glavnog korita u druge, kraće rukave i ovima u ponore. To je razlog da za sušnog perioda oslabljena matica jedva donosi vodu do glavnog ponora kod Švice i Brloga. Zbog toga ima na pr. u istom danu Gacka kod Otočca 5,51 m^3/sek. vode, dok u Drenovu Klancu samo 0,92 m^3/sek. (srpanj). Druge pak ponornice imaju približno istu količinu vode u čitavom svom toku od izvora do ušća, a neke imaju vrela u samom koritu, čak i na samom dnu. Ova se vrela osobito lijepo raspoznavaju zimi, kada se riječna voda smrzne, a ljeti se zbog niže temperature tu najradije zadržava pastrva. Takve rijeke imaju sve to više vode, što se više približuju ponorima, ako se voda istodobno ne gubi na drugim mjestima. Ali povećavanju vode prema ušću mogu biti i drugi razlozi. Tako se pojava sve veće množine vode prema ušću Trebišnjice razjašnjava velikim padom riječnog toka i relativno malim kapacitetom ponora, tako da ponori ne mogu gutati svu vodu koja naglo nadolazi *(18.)*. Sličnu pojavu pokazuje ponornica Lika, s tom razlikom, da se voda zbog nepravilnog pada toka nepravilno nagomilava u pojedinim dijelovima svoga toka, uslijed čega voda izlazi iz korita i poplavljuje predjele svoga gornjeg toka. Jednako se vladaju i njezini pritoci s lijeve strane. Kod Gacke razvija se ovakva pojava koji put toliko, da promijeni pravac svoga toka u posve suprotan smjer. To dolazi u doba vrlo visoke vode, kada ponori ne mogu gutati svu vodu, te vodostaj na ponorima toliko poraste, da razina vode nad njima leži iznad razine rijeke. Krške se rijeke osobito odlikuju velikom razlikom između niske i visoke vode, što pokazuje ovaj pregled:

TABLICA 9. — Kolebanje vode krških rijeka.

Rijeka	maksimum u m^3 (mjesec)	minimum u m^3	Amplituda
Trebišnjica	29,50	suho	29,50
Zalomska	22,40	suho	22,40
Listica	18,84 (I)	suho	18,84
Plouča	13,90 (I)	0.1	13,78
Gacka	1,30 (I)	suho	1,30
Lika	7,50 (XII)	2.29	7,21

Za kišnog doba je jako sabiranje meteorne vode na površini, koja izravno otječe u krške rijeke, pa takve vode brzo reagiraju i neposredno iza kiša narastu i poplavljuju.

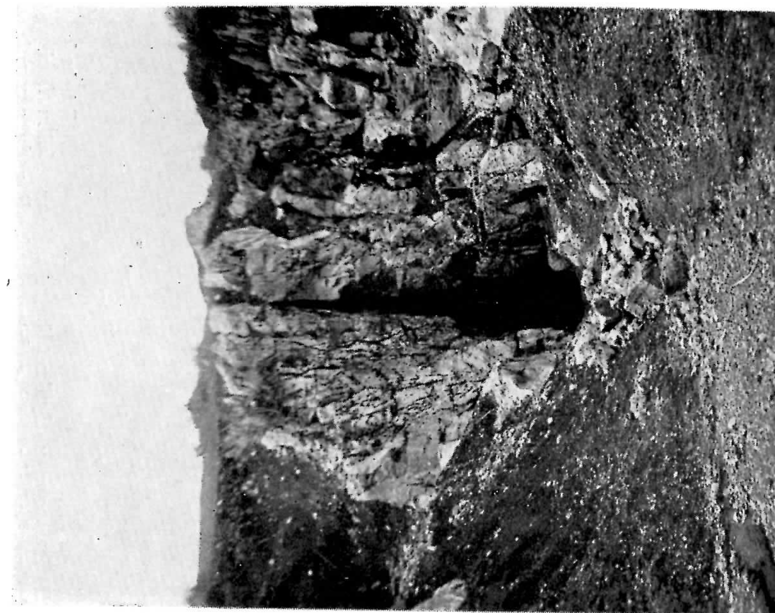
Poput normalnih rijeka u Kršu i ponornice se ističu nestašicom pritoka, a onima s razvijenom riječnom mrežom mijenja se površina poriječja zbog presušivanja pritoka (Lika — Jadova).

Doline nekih ponornica su duboko usječene čitavim tokom, pa su i sama njihova vrela ispod vrlo strmih strana. U ravnicama posutim mlađim nanosom doline su plitke tvoreći često vrlo jake zavoje s malim promjerom. Lištica u Mostarskom blatu toliko zavija, da se dužina toka prema zračnoj crti odnosi kao 1 : 2,95. Česte su pojave bifurkacije. Studba na Livanjskom polju utječe u Jarugu sa dva rukava, a Bistrica potok daje vodu Žabljaku prije ušća u Studbu. Potok Đon se račva tako, da desnim krakom daje vodu potoku Derezi, a lijevim potoku Čađavici (sve na Livanjskom polju).

Pad riječnog toka u glavnom nije velik, jer rijeke imaju čitavi tok u krškim poljima. Jedino ponornice u planinama imaju vrlo velik srednji pad (Paklenica). Znatan dio ponornica nema normalan pad, a tok se čestoput naglo spušta, te rijeke tvore brzace i vodopade. Pritoci se čestoput okomito ruše na ušću u maticu, a jednako ponornice ispred ponora. Kako su vode bogate vapnenim otopinama, talože sedru, koja raznoliko oblikuje vodopad stvarajući čestoput i fitogene pećine (Gacka). Ponornice su većinom kratka toka. Za neke je utvrđeno da više puta poniru i više puta se ponovno javljaju na površini, ali teku pod raznim imenima, kao što su Dobra i Draga — Mala Rakovica u Samoborskoj gori. Trebišnjica šalje vodu Dubrovačkoj rijeci, Lika i Gacka hrane primorska vrela kod Sv. Jurja i Žrnovnice, a općenito se smatra da sva viša krška polja podzemno šalju svoje vode nižima.

Po dužini toka najveće su ponornice: Trebišnjica 93,8 km, Lika 64,5 km, Šuica 44,3 km, Zalomska 42,6 km, Mušnica 37,7 km, Mrežnica 62,6 km i Jadova 35 km.

Tok svake ponornice svršava u ponorima, koji su redovno smješteni uz rub polja, no i u njemu samome. Oni dolaze u obliku jama, pećina, vrtača i pukotina. Jame su razne dubine, u prosjeru 3 — 5 — 8 m (ponor Šuice, Gacke, Jaruge), a postepeno prelaze u uske pukotine. Neke ponornice imaju samo jedan glavni ponor, tek za visoke vode služe se ostalim različito položenim ponorima. Druge se račvaju na mnogobrojne rukave i voda nevidljivo nestaje u brojnim šupljinama, koje su pokrivene zemljom, ili se rastače u niz većih ponora (Plouča). Normalni ponori su oni, koji stalno primaju vodu ponornice (Perina jama u Švici, Gradac, Velika pećina i dr. u Fatničkom polju), a inundacioni ponori su djelatni samo onda, kada nastupi povodanj. Estavele (ponori-grcala) za niske vode gutaju, a za visoke izbacuju vodu, te jednom djeluju kao ponori, drugi put kao vrela (estavela Gacke, Veliki i Mali Nežir



Snimio Z. Rosandić

2. Pećina na podnožju brda Oštre, 3 km zapadno od Gospića, povremeno izbacuje vodu za obilnih kiša i topljenja snijega te stvara povremeni potok.



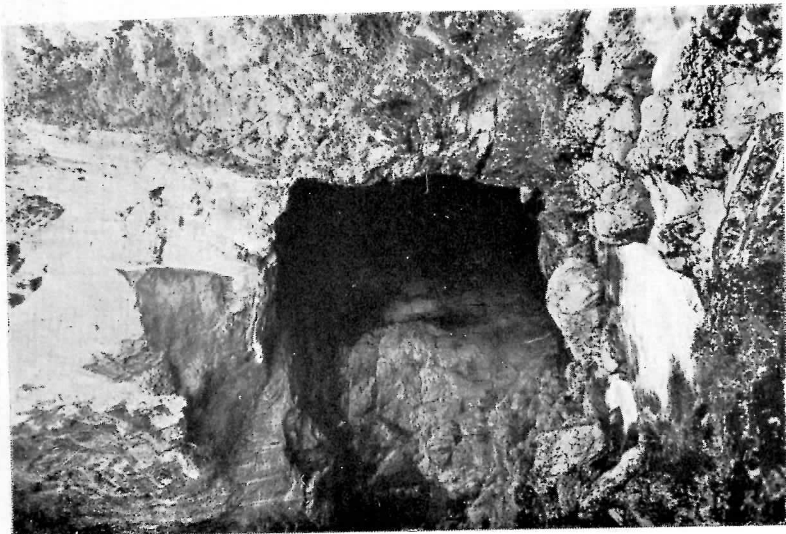
Fotozadruga

1. Stalno krško vrelo Bune pod Blagajem.



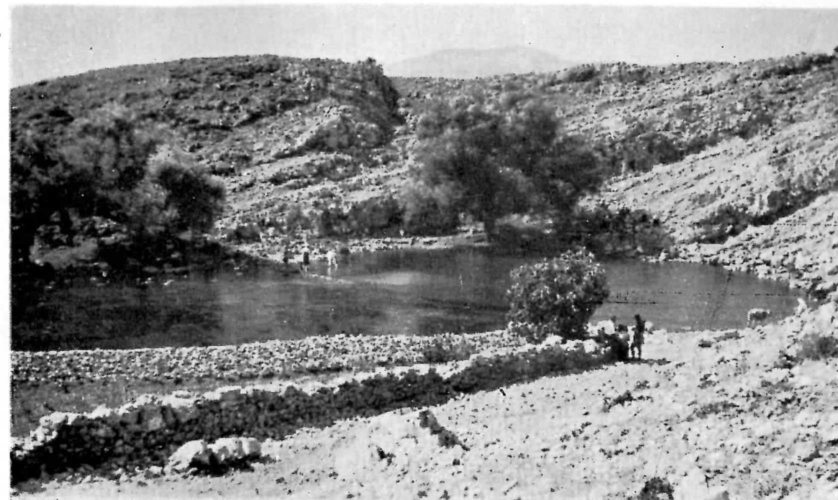
Griesbach

1. Stalno krško vrelo Zeleni Vir nedaleko Skrada. Izbija iz pećine u kojoj se nalazi stalna podzemna voda.



Griesbach

2. Đulin ponor u Ogulinu izgrađen je u obliku horizontalnog pećinskog hodnika, koji podzemno odvodi vodu ponornice Đule (Dobre).



Snimio J. Poljak

1. Krško vrelo Cetine na podnožju Dinare u gornjokrednim vapnencima.



Snimio Z. Rosandić

2. Glavno vrelo Gacke (Tonković vrelo) kod Sinca u Lici za normalne vode. Vrelo dobiva vodu iz više pukotina na dnu vrtače, koju stalno ispunjava. Otječe u tolikoj množini da tjera niz mlinova i pilana (u pozadini lijevo).



Griesbach

1. *Vodopad Une kod Donjih Štrbaca (Štrbački buk), južno od Bihaća predstavlja jednu od brojnih stepenica kojima se spušta korito rijeke.*



Snimio J. Poljak

2. *Dolina Krke s kaskadama.*



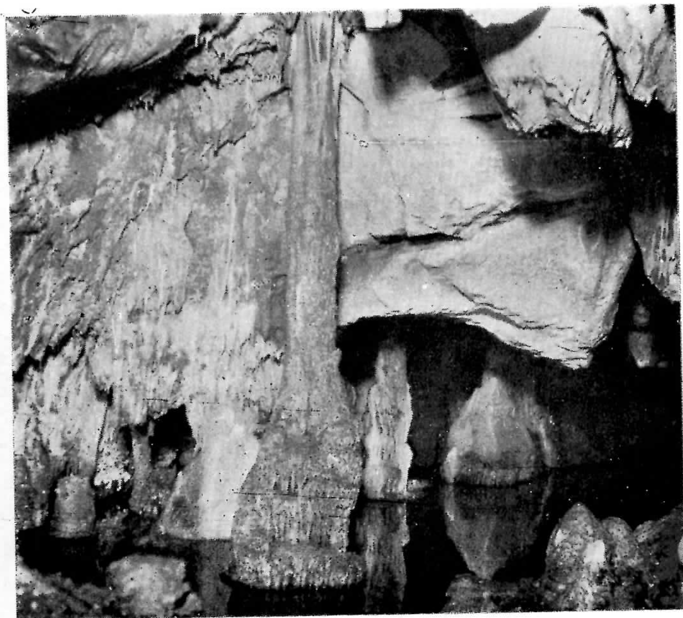
Fotozadruga

1. *Kanjonska dolina donjih Plitvičkih jezera.*



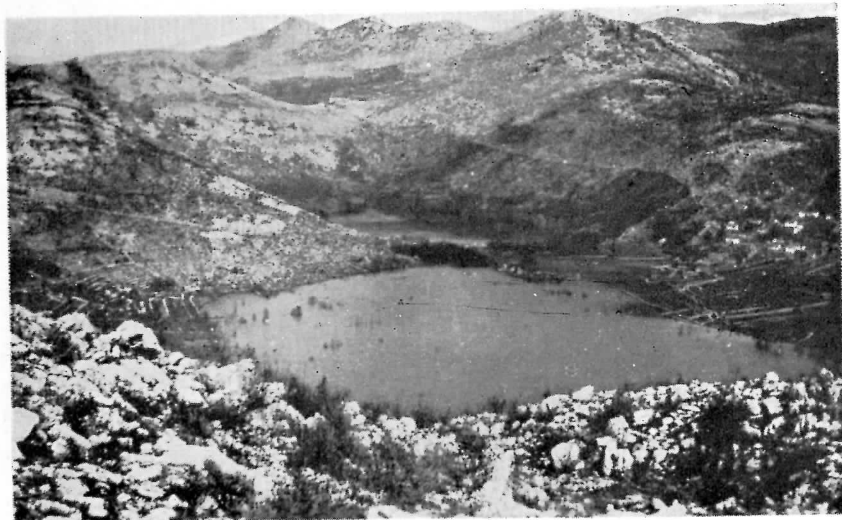
Snimio Z. Rosandić

2. *Vrulje (podmorska vrela) u Malinskoj drazi kod Žrnovnice, južno od Sv. Jurja smatraju se ušćem Gacke, koja teče podzemno ispod Velebita.*



Snimio Z. Rosandić

1. Pećinsko jezerce u Mamulinoj pećini kod Bunića.



Snimio J. Poljak

2. Dvozdjeličasto periodično krško jezero Mali i Veli Lug.



Fotozadruga

1. Boračko jezero nedaleko Konjica. Površinom od 2,1 km² predstavlja veće stalno jezero. Vodu dobiva Boračkim potokom, a suvišak otječe Sišticom, lijevim pritokom Neretve.



Snimio I. Horvat

2. Babino jezero u Velebitu. Leži u dubokoj vrtači na podnožju Babina vrha (1741 m).



Snimio T. Šoljan

1. *Valovi bure kod Senja.*



Fotozadruga

2. *Razbijanje morskih valova.*

u Fatničkom polju, u Livanjskom polju, Vrulja u Glamočkom polju i dr.). Posve napušteni ponori nisu danas više djelatni, pa se uvrštavaju u red suhih pećina.

Kapacitet ponora ne može se suditi po njegovu vanjskom izgledu i obujmu, jer vrlo brzo prelazi u uske pukotine. Veliki ponor Gacke »Perina jama« impozantna je izgleda i veličine, ali već iza vertikalnog spuštanja do 10 m posve je zatrpan blokovima kamenja, između kojega se vere voda. Kako o kapacitetu ponora ovisi otjecanje vode s površine, a s tim je u vezi i trajanje poplave, obično se ponori proširuju i čiste, da se spriječi ili skrati poplava. Uspjeh je relativan, jer se ne može doći duboko zbog uskih pukotina.

Zbog otjecanja površinskih voda putem ponora i podzemnih kanala, koji ne mogu primati i odvoditi svu vodu. poplave su redovne i česte posljedice u ovim predjelima. Rijetko je krško polje, koje je posve pošteđeno od poplava. Ravno polje nikad nije plavljeno, ali je ujedno i najsuše polje u Hrvatskoj, jer nema ni jednog izvora. Doba poplava zavisi o meteorologijskim prilikama. Naročito duge poplave drže se u onim poljima, kojih površinu čine nepropusne tercijarne naslage kao što je na Livanjskom polju, gdje poplava traje po prirodnim uvjetima od studenog do lipnja a zahvaća 90% površine polja. Na Buškom blatu traje XI—VII zahvaćajući 100%, na Duvanjskom polju XI—V sa 15%, na Mostarskom blatu XII—IV sa 75%, na Fatničkom polju X—V sa 100%, na Ljubuškom polju X—VI s 80%, na Rastočkom polju X—VI sa 90% od površine čitavog polja. Za poplave se saberu silne gomile vode, te su u stanju ispuniti čitavo polje sa znatnom dubinom. U Gackom polju kod Otočca dosegla je dubina vode za poplave 40 m, u Lipovu polju (Kosinj) 36 m dubine, ispunivši čitavo polje vodom, a u Fatničkom polju 28 m. Osobitu štetu nanose one poplave, koje dolaze po dva puta godišnje, a naročito proljetna poplava, koja nastupa u travnju i svibnju. Ona je u vezi s naglim otapanjem snijega uz jače oborine, te najviše uništava zimske i proljetne usjeve. Krška polja, kojima gornje naslage čine kršje, šljunak i pijesak na vapnenoj podlozi, više su pošteđena od poplava. Kada poplava nastupi, traje nekoliko dana ili koji tjedan. Nevesinjsko, Roško, Kočerinsko i druga polja stoje samo kroz nekoliko dana pod vodom, dok su posve suha Vukovsko i Ravno polje, Stolačko, Plansko, Vrbanja, Konjsko, Carevo, Crničko i Kruško polje te Borovo i Grabersko polje u južnoj Hrvatskoj. Podjela polja po visini i prema stanju poplave daje ovakvu sliku iz Bosne i Hercegovine *(10.)*:

	Površina polja u ha na visini		
	do 300 m	301–800 m	801—1250 m
Suha polja	880	7.850	52.810
Privremeno plavljena polja	29.890	44.940	20.890

Što je učinjeno u regulaciji polja, rađeno je ponajviše pod kraj prošloga stoljeća, pa su se tada znatne površine privele obradbi. Na Fatničkom polju, koje je prije regulacijskih radova bilo cijelo pod vodom od listopada do kraja lipnja, može se danas obrađivati i najniži dio polja.

Primorčice su kratke i od početka vrlo jake rijeke, te nose sva obilježja krških rijeka. Zbog izvanredno snažnih njihovih izvora smatraju se obično nastavcima podzemnih rijeka. Najizrazitiji predstavnik ove vrsti voda je Dubrovačka rijeka.

Bujice su značajne vode za krške predjele, a dolaze posvuda u gorskim krajevima, naročito u gorju obalnog pojasa, u Velebitu i Biokovu. Njihova je pojava u vezi s goletima, naglim i jakim kišama te naglim otapanjem snijega. Kako se pretežno hrane meteornom vodom, one su periodične ili stalne vode s najvećim razlikama u množini vode. Meteorne vode sakupljaju se u planinskim poprečnim dolinama, koje imaju redovno vrlo velik pad (Paklenica u Velebitu 78‰), te se razornom snagom ruše prema podnožju gorja. Uslijed jake mehaničke snage vrše znatne izmjene u reljefu, a taloženjem nanesenog tvoriva izgrađuju kopno na račun mora. Za sušnog perioda neke posve presuše, druge teku do nepropusnog tla gdje se gube u podzemlju.

Suvaje (pećine, jaruge) su periodične vode, koje teku samo za kišnog dijela godine, a neke tek po par dana ili tjedana poslije najjačih kiša. Javljaju se posvuda u Kršu, ali rjeđe nego ponornice, jer je njihova pojava u vezi s vrlo visokom podzemnom vodom. Sve su ove vode samostalne ponornice, a rjeđe se izlijevaju u drugu rijeku. Poput ponornica i one uzrokuju veće ili manje poplave, pa je najpoznatija Zelena pećina kod Bunića.

4. JEZERA

Pokraj obilja površinskih voda nigdje se u Hrvatskoj nisu mogla razviti jezera normalnog oblika s većom površinom. Tome su dva glavna razloga: morfologijske prilike i sastav tla. Iako područje Krša sa zatvorenim i prostranim krškim poljima i kotlinama pruža s morfologijskog gledišta najveće mogućnosti razvoju većih jezera, ne mogu se ona ovdje održati u normalnom obliku zbog jake raspucanosti vapnenog kamenja. U području izvan Krša, gdje je najviše rašireno masivno kamenje i nepropusno tlo, morfologijske su prilike takve, da se nigdje nisu mogla razviti jezera. Makar ovdje rijeke imaju svoje tokove u dubokim uzdužnim i poprečnim dolinama između gorskih uzvišica, njihov je pad toliko normalan, da malo gdje izgrađuju veće vodopade, što upućuje na teškoće u izgradnji jezera.

Iste su prilike razlog, da su se u Hrvatskoj razvila brojna, površinom malena jezera, raznovrsnog podrijetla i položaja kao i

posebnih oblika. Kako ti uvjeti dolaze do izražaja na većem prostoru zapadnog dijela zemlje, ograničena su jezera u glavnom na ovo područje. Ona dolaze ponajviše osamljena, a rijetko u skupinama (jezera u Treskavici planini, Plitvička, Plivska i Neretvanska jezera).

Naša su jezera raznovrsnog postanka. Najraširenija i najbrojnija su krška jezera s više varijanata, a osim ovih dolaze jezera riječnog, glacijalnog i tektonskog podrijetla. U vezi s djelatnošću višestrukih sila u izgrađivanju površinskih oblika u našem području, a naročito u krškom dijelu, malo je jezera koja su nastala jednom određenom silom, pa je veći dio jezerskih kotlina poligenetskog podrijetla, t. j. one su obrazovane uzajamnim radom nekolikih sila. Te su pojave najčešće u zapadnom dijelu zemlje, a dolaze kao posljedica raširenih krških pojava, jakih tektonskih procesa i nekadašnje ledeničke djelatnosti.

Složeni oblik poligenetskih jezera predstavljaju Plivska i Plitvička jezera, jer je njihov postanak u vezi s tektonskim te fluvijalno-krškim procesima. Morfologijski predstavljaju Plivska jezera prošireni dio toka rijeke Plive. Kako je na sjevernoj strani Gornjeg jezera došlo do jačeg rasjeda, koji je označen prodorom trijadičkog dolomita, na koji se naslanjaju mlađi jurski vapnenci, to je s ovom dislokacijom u vezi promjena smjera i proširenja riječne doline, u kojoj rečena jezera imaju svoje bazene.

Analogne, iako zamršenije su prilike kod Plitvičkih jezera (t. V. 1). Ona se sastoje od čitavog niza većih i manjih jezera, koja dolaze na dužini zračne crte od 5,5 km. Kotlina jezera predstavlja dolinu dijagonalno položenu na susjedne gorske lance, koja čini granicu Plješevice i Male Kapele. Jezerska kotlina je stupnjevitim padovima podijeljena u više dijelova, a najniža mjesta zauzela je jezerska voda. Po F. Kochu čitava je dolina posljedica istih tektonskih pokreta, koji su izgradili susjedne planine. Izdizanje Kapele naišlo je na jaki uspor trupine Plješevice, uslijed čega je došlo do uzdužnih i poprečnih dislokacija (donja jezera) te lokalnog nabiranja dolomitnih naslaga u području gornjih jezera *(24.)*. Tako bi kotline gornjih jezera predstavljale prema sjeveru nagnute sinklinalne plitice, pa se zbog toga najveće jezerske dubine nalaze u sjevernom dijelu svakog jezera (Prošćansko jezero 40,3 m, Kozjak 49,4 m) *(22.)*. Mehaničkim i kemijskim djelovanjem tekućih voda prerađivani su prvotni oblici jezerskih bazena, a zbog raširenosti karbonatnog kamenja, koje čini podlogu ovih jezerskih kotlina, krški su procesi dali znatan prinos obrazovanju jezera. Preko kamenih pregrada rušila se voda iz jezera u jezero, čime je omogućeno taloženje sedre radi mehaničkog izlučivanja ugljičnog dvokisa kao i radi asimilacije nekih mahovina, koje su se naselile na povoljnim mjestima *(25.)*. Izgrađivanje čvrstih sedrenih pregrada utjecalo je na obrazovanje jezera i mijenjanje njihovih oblika

kao što se taloženjem prašinaste sedre poravnava dno i umanjuje jezerska dubina.

Pojava glacijalnih jezera u vezi je s diluvijalnom oledbom, koja je zahvatila više planine južne Hrvatske (Čvrsnica, Šator, Treskavica, Raduša, Lelija planina). Zbog toga dolaze ova jezera u najvišim gorskim područjima, a nastala su tako, da im kotlinu zagrađuje morenski materijal, pa su razmjerno plitka. Kao glavni predstavnik takvih jezera smatra se Platno jezero (1500 m) na Treskavici, dok je najveći dio ovih jezera krško-glacijalnog podrijetla kao što su Šatorsko jezero (1488 m), Crno, Veliko i Bijelo jezero na Treskavici, Kotlaničko i Plan-jezero u Leliji, Rumbočko u Raduši *(27.)*. Jezerske kotline čine vrtače izgrađene krškim procesima, a njihov je oblik prerađen ledeničkim učincima uslijed nakupljanja morenskog materijala.

Riječna jezera nalaze se u napuštenim dijelovima nekadašnjeg riječnog toka, zbog čega se nazivaju mrtvice. Ona imaju više značaj močvara sa slatkom vodom pa su neka dosta velika (Obedska bara). Većina mrtvica ima stalno vodu, koja se obnavlja prilikom poplava, pa je zbog toga voda slatka, dok je kod ustajalih bara slankasta. U krškim su krajevima česta riječno-krška jezera, gdje je riječno korito ispresijecano sedrenim pregradama, koje zatvaraju mala riječna jezerca (Una kod Martinbroda).

Krška su jezera najviše raširena i dolaze u više oblika. Prava krška jezera jesu ona kojima je kotlina nastala u vezi s procesom izgrađivanja krša. Takva su jezera neznatne površine, jer im jezersku kotlinu predstavljaju vrtače, ali su relativno velike dubine. Zeleno jezero kod Ogulina duboko je preko 40 m, dok je njegova kotlina kao dvostruka vrtača duga oko 80 m, a jezero široko od 1 do 24 m *(7.)*. Babino jezero u Velebitu (t. VII. 2) dugo je oko 50 m, široko do 30 m, a duboko preko 36 m. Crno jezero kod Korenice okrugla je oblika s promjerom oko 15 m, a do 9 m duboko. Ovim su jezerima slični krški izvori, bilo oni koji otječu (izvor Gacke i Une), bilo koji ne otječu. Crno jezero kod Trnovca je krški izvor, koji otječe samo za velike vode. Značajno je za ovu vrst krških jezera da dobivaju izravno podzemnu vodu, tako da se vrela nalaze na dnu jezerske kotline. Ona imaju stalnu vodu s manjim kolebanjem kroz čitavu godinu i nikad ne presuše. Ima i takvih stalnih krških jezera, koja pokazuju znatne razlike u visini i količini vode te čine prijelaz k periodičnim krškim jezerima. Njihova je periodičnost u vezi s dizanjem i spuštanjem podzemne vode (Crno, Konjsko, Crveno, Imotsko jezero).

Posebno mjesto zauzimaju ona krška jezera, kojih je opstanak u vezi s izgradnjom kotline u nepropusnoj podlozi. Veliko jezero kod Kaldrme i Babića jezero kod Tiskovca imaju izgrađen bazen u podlozi nepropusnih verfenskih naslaga, pa ona predstavljaju

stalna jezera u Kršu s najmanjim kolebanjem vode, koju inače dobivaju od stalnih potočića i vrela.

Više je poznata ona varijanta krških jezera, koja stalno ili periodično prekrivaju čitava ili dijelom krška polja i uvale za vrijeme kišnog dijela godine i otapanja snijega, a kotlinu im predstavlja najniži dio polja, a za visoke vode čitavo krško polje (Lipovo polje kod Kosinja). Zbog toga su takva jezera površinom najveća. Dubina može doseći za visoke vode do 40 m (Švičko jezero). Vodu dobivaju redovno od ponornica kao i pojačanih stalnih i periodičnih vrela sa strane te putem estavela, a znatan udio imaju i meteorne vode, koje dotječu izravno ili potocima i rijekama. Neka jezera stoje u podzemnoj vezi s drugim susjednim jezerom, kao što je slučaj Švičkog i Konjskog jezera kod Otočca; neka su podzemno vezana sa susjednom rijekom kao što je Crno jezero kod Ćovića u vezi s ponornicom Likom. Zbog toga oscilacije njihovih voda slijede uvijek kretanja matične vode. Za ljetnog sušnog perioda znatan dio ovih jezera posve presuši (periodična jezera), a kod nekih se ograničuje voda na najniži dio polja gdje se trajno drži. Ovakvi jezerski relikti nazivaju se »Blato« (Mostarsko, Buško, Hutovo blato).

Posebnu vrstu krških jezera u Primorju predstavljaju kriptodepresije. Dno je ovih jezera spuštanjem obalnog pojasa došlo ispod morske razine, a jezerska je površina ostala iznad mora ili u razini mora. Najvećim kriptodepresijama u području Nezavisne Države Hrvatske pripadaju jezera oko ušća Neretve. Vlaško jezero ima razinu jednaku morskoj, a dubinu od 39,7 m. Dno Bačine jezera je 25 m ispod površine mora *(28.)*. Zbog blizine mora kao i veze putem kanala ova jezera imaju plimu i oseku u vezi s morem. Voda primorskih jezera je bočata ili slana, već prema udaljenosti i vezama s morem. Slana se jezera nalaze posve blizu mora (Sukošan 10 m, Rogoznica jezero), pa su infiltracijom vezani s morem, odakle dobivaju veću slanost. Neka jezera imaju za kišnog perioda slatku vodu, a za suše bočatu ili slanu (Site jezero) *(28.)*.

Krškim jezerima pripadaju i podzemna pećinska jezera. Ona dolaze u mnogim našim pećinama. To su dijelom stalna jezerca, koja se hrane nakapnicom. Bazeni su im obloženi masivnom vapnenom prevlakom (sedra) te mogu stalno držati vodu. Množina vode zavisi o množini nakapnice, pa za kišnog doba imaju nešto više vode. Razlika između visoke i niske vode je neznatna, jer se gubitak vode vrši jedino ishlapljivanjem, koje je zavisno o meteorologijskim prilikama u pećini, a naročito o jačoj ili slabijoj ventilaciji. U ovu skupinu idu jezera u Turkaljevoj pećini kod Cerovca, u Mamulinoj pećini kod Bunića (t. VI. 1), te u pećini kod crkvice sv. Marka u Velebitu.

Druga jezera zapremaju najniži dio pećine, te stvarno nisu ništa drugo nego dio podzemne vode u Kršu. Zbog toga su podvrgnuta jakim promjenama u množini i visini vode, koju dobivaju

od podzemnice. Takva su jezera u Medvednici (7.), Pčelinoj i Zelenoj pećini, Siničić pećini kod Brinja, Barića pećini kod Ličkog Petrova sela i dr. Svojim obilježjem se ne razlikuju od nadzemnih jezera tipa Konjskog, Kosmačevog, Zelenog i ostalih jezera, koja također dobivaju vodu od podzemnice.

Profil jezerskih kotlina u vezi je s načinom njihova postanka. Kotline glacijalno-krških jezera su zbog akumulacije morenskog materijala plitke s vrlo blagim nagibom dolinskih strana (Šatorsko jezero), dok krška jezera pokazuju najveće relativne i apsolutne dubine. Najveća dubina i dužina Prošćanskog jezera odnosi se kao 1 : 62,5. Odnos dimenzija kod krških jezera, kojima bazene čine vrtače, takav je, da je dubina vrlo blizu vrijednosti najveće dužine, pa je kod Zelenog jezera odnos 1 : 2, kod Crnog jezera kod Korenice 1 : 1,6, Babinog jezera 1 : 1,4. — Značajno je nadalje za ova jezera da profil bazena ima oblik slova V, pa se jezersko dno naglo spušta do najveće dubine, koja ima redovno središnji položaj. Izgled dna krških periodičnih jezera u vezi je s površinskim oblicima krških polja i uvala, koje periodično poplavljuju, a najveće im dubine predstavljaju vrtače, u kojima za sušnog perioda zaostane voda (Švičko jezero, Blata, Dabarska jezera, Prološačko jezero). Posve drukčiji izgled pokazuju dna Neretvanskih jezera, koja su sastavljena od više dubokih vrtača, tako da profil jezerske kotline ima izgled jako valovite krivulje. Kod nekih je jezera bazen ekscentričan, te se najveće dubine nalaze vrlo blizu obale. Osobito strmim obalama i jakim padom jezerskog dna ističu se Plitvička jezera. U poprečnom profilu najveće dubine jezera Kozjaka (450 m širine) u njegovu najsjevernijem dijelu iznosi pad jezerskog dna ovako:

Udaljenost od obale u m:	0	60	120	180	230	300	350	390	450
Dubina u m:	0	20,25	31	22,60	45,50	45,10	24,80	13,90	0

Po vanjskom izgledu imaju neka jezera pravilan ovalan ili eliptičan oblik (gorska i krška jezera u vrtačama), a mnoga su dugoljasta ili posve nepravilna oblika (Plivska, Plitvička i krška periodična jezera).

Znatan dio jezera ne prima nikakvih pritoka. To su ponajviše gorska jezera, koja se hrane samo meteornom vodom (Babino jezero). Neka dobivaju vodu kratkim potočićima ili slabim izvorima, pa zbog toga ne otječu (Šatorsko jezero). Krška jezera dobivaju vodu putem ponornica, koje ponajviše završavaju svoj tok u jezerima, odakle voda podzemno otječe ponorima. Drugi dio krških jezera prima izravno podzemnu vodu izvorima i estavelama, koje se nalaze sa strane ili na samom dnu jezerske kotline. Za vlažnog dijela godine prelijeva se jezerska voda plaveći veće površine, a otječe podzemno (Blata, Švičko, Dabarska jezera). Jezera, koja su uklopljena u sustav jačih tekućih voda, te primljenu količinu

vode šalju iz jezerskih bazena u obliku rijeka, predstavljaju pravilna protočna jezera (Gornje Švičko jezero, Plivska, Plitvička jezera, Boračko jezero).

Za razliku od vode u vrelima i rijekama ima toplota jezerske vode veliku godišnju amplitudu, koja ide usporedno s tokom godišnje temperature. Osim primorskih većina se jezera za srednje oštrih zima zamrzava, a za vrlo oštrih zima zamrznu se i vodopadi s vanjske strane pružajući čarobnu sliku. Ljeti se kreće toplota vode na površini prema apsolutnoj visini jezera od oko 8^0 C (Platno jezero 1500 m visine) do oko 20^0—22^0 C (Plitvička jezera, Švičko jezero). — Dubinom se toplota mijenja tako, da se u jednakim razmacima prema dnu snizuje toplota s povećanim razlikama do određenog sloja, gdje dolazi do t. zv. temperaturnog skoka. U ovom sloju termičke anomalije sniženje je toplote znatno veće te može iznositi četiri do šest puta više nego u gornjim slojevima s približno pravilnim snizavanjem temperature. Pojava temperaturnog skoka dolazi ponajviše uslijed utjecaja hladne struje izvorne vode u jezerskoj kotlini. Prema toplotnim odnosima naša jezera pripadaju skupini umjereno toplih jezera, gdje se pravilna stratifikacija temperaturnih slojeva tokom ljeta izmjenjuje s obrnutom stratifikacijom u toku zime.

Mineralni sastav jezerske vode uglavnom je isti kao izvorne vode, koja hrani jezero, s tom razlikom da je koncentracija osjetljivo manja, naročito ugljičnokiselih soli. Tome je razlog taloženje karbonata uslijed oduzimanja ugljičnog dvokisa na vodopadima te putem obalne jezerske vegetacije i planktonskih organizama, koji trebaju vapno. S tim je u vezi stvaranje sedrenih naslaga na mjestima, gdje se ruši voda, kao i taloženje prašinaste sedre i stvaranje vapnenih inkrustacija na predmetima u vodi, što je osobito rašireno na Plitvičkim jezerima. Najmanju koncentraciju mineralnih tvari imaju visinska jezera, koja se hrane samo meteornom vodom, a vrste otopljenih tvari u vodi zavise o petrografijskom sastavu jezerske kotline. Kako sve vode, tako i jezerska sadržava neke količine rastvorena kisika, čiji je rastvor upravno razmjeran pritisku uzduha, a u obrnutom je odnosu s temperaturom.

Voda je većine naših jezera neobično bistra zbog neznatne množine suspendiranih čestica. S tim je u vezi i providnost vode, pa ona iznosi kod bistrih voda do oko 15 metara (Plitvička jezera). Krška periodična jezera su gotovo sva vrlo mutna i nečista s obiljem suspendiranih čestica naročito za visoke vode. Zbog toga providnost njihove vode iznosi koji put tek nekoliko decimetara.

Boja jezerske vode je također različita. Dok je već kemijski čista voda u debljem sloju modre boje, ta se pojava još jače ističe kod prirodne čiste vode s običnom temperaturom. Veća količina karbonata izaziva zeleni ton, dok organske humusne tvari i suspendirane čestice uvjetuju žutu i tamnu boju vode. Mnoga se naša jezera odlikuju prekrasnim i različitim tonovima zelene i plave

boje, a između svih se ističu Plitvička jezera, koja sa svojom okolicom predstavljaju najljepši kraj Hrvatske, jer su ovdje izražene sve moguće krasote prirode.

Z. R.

LITERATURA

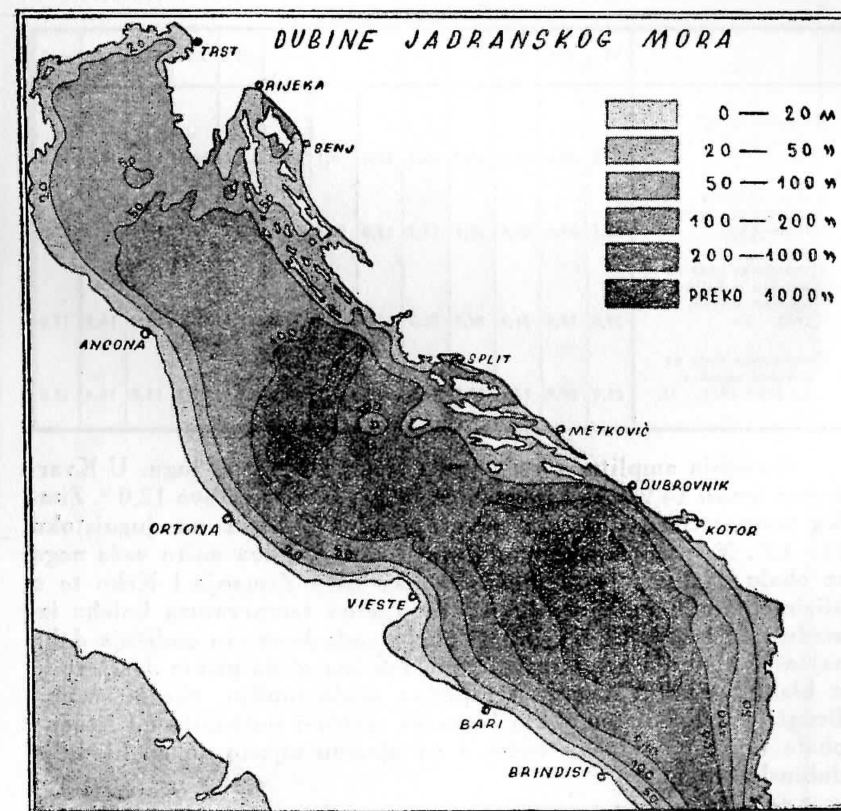
1. K. Keilhack: Lehrbuch der Grundwasser und Quellenkunde, Berlin 181.
2. Dr. A. Grund: Die Karsthydrographie, Studien aus West-Bosnien, Geographische Abhandlungen Bd. VII, Heft 3, 1903.
3. Dr. W. von Knebel, Höhlenkunde mit Berücksichtigung der Karstphänomene, Braunschweig 1906.
4. Vijesti, Priroda god. XXI, 1931., br. 2 i 3 — prema Fischerei Zeitung 33 — 1934 — 244.
5. A. Lazić, Podzemna hidrografska veza Trebišnjice i Dubrovačke rijeke, Glasnik Geograf. dr., Beograd, sv. 12. 1926.
6. Dr. Fr. Machatschek, Physiogeographie des Süsswassers, Berlin 1919.
7. Dr. J. Poljak, Geomorfologija i hidrografija okoliša Ogulina i ogulinskog Zagorja, Spomenica u počast prof. Dr. Gorjanović-Krambergera, Zagreb 1925.-26.
8. F. Koch: Tektonika i hidrografija u Kršu. Spomenica u počast prof. Dr. Gorjanović-Krambergera, Zagreb 1925.-26.
9. Izvještaji o vodenim talozima, vodostajima i količinama vode 1929.-38. god. Sarajevo.
10. F. Ballif: Wasserbauten in Bosnien und der Hercegovina, I, II.
11. J. Cvijić, Karsna polja zapadne Bosne i Hercegovine.
12. F. Koch, Tumač geološkoj karti i karta Karlobag—Jablanac, Zagreb 1929.
13. Dr. G. Janeček, Istraživanja vode zagrebačkog gradskog vodovoda, Rad J. akademije LXI.
14. Dr. H. Klut, Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle, Berlin 1908.
15. V. Ćurčić, Neretva i njezine pastrve, Sarajevo 1938.
16. Popis vodenih tokova kralj. S. H. S., Sarajevo 1924.
17. Dr. A Gavazzi, Der Flächeninhalt der Flussgebiete in Kroatien, Separat-Abdruck aus »Glasnik hrv. naravosl. dr.« XX.
18. P. Vujević, Hydrographie der jugoslavischen Gewässer, Beograd, Sonder-abdruck aus Verhandlungen der Inter. Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie, Bd. VII, 1935.
19. Privremeni popis vodenih snaga, Beograd 1922.
20. Dr. M. Šenoa: Rijeka Kupa i njezino poriječje. Rad J. Akademije 122, Zagreb 1895.
21. Dr. F. Šuklje, U kršu Samoborske gore, Priroda XXVIII—1.
22. Dr. A Gavazzi, Geneza Plitvičkih jezera, separatni otisak iz Glasnika hrv. naravosl. dr. god. XV.
23. Dr. H. Hranilović, Geomorfološki problemi iz hrvatskoga Krasa, Glasnik hrv. naravosl. dr., XIII, 1—3.
24. F. Koch, Plitvička jezera, Vijesti geološkog zavoda u Zagrebu I.—1926.
25. Dr. I. Pevalek, Oblici fitogenih inkrustacija i sedre na Plitvičkim jezerima i njihovo geološko znamenovanje, Spomenica u počast prof. dr. Gorjanović-Krambergera, Zagreb, 1925.-26.
26. Dr. R. Schubert, Geologija Dalmacije, Zadar 1909.
27. Dr. B. Ž. Milojević, Beleške o glečerskim tragovima..., Glasnik geografskog dr., Beograd, br. 1, 2.
28. Dr. A. Gavazzi: Die Seen des Karstes, Wien, 1904. I.

5. JADRANSKO MORE

Dr Zvonimir Dugački

Jadransko je more dio istočnog bazena Sredozemnog mora, a proteže se od sjeverozapada prema jugoistoku na duljini od 765 km. Površina mu iznosi 135.000 km². Najveća se širina nalazi između Omiša i Termolija (210 km).

Kotlina se Jadranskog mora sastoji od dviju zavala, sjeverne plitke i južne mnogo dublje. Razdvaja ih podmorski prag, od kojega strše najviši dijelovi kao otoci Lastovo, Palagruža i Tremiti, a najveća dubina praga iznosi 191 m. Sjeverna zavala je do crte između Kornata i Porto d'Ascoli gotovo svagdje plića od 100 m, te izgleda kao preplavljeni nastavak Padske nizine. U kotlini Jabuke nalazi se dubina od 277 m. Južna zavala je mnogo dublja, te najveću dubinu doseže 80 km jugozapadno od Herceg-Novog, 1228 m. Ovu



Sl. 7. Dubine Jadranskog mora

je dubinu ustanovio austrijski istraživački brod Najade na svom petom putovanju god. 1912. oprovrgnuvši tako starije podatke, koji navode za najveću dubinu 1330 m, ili čak 1645 m (Hopfgartner). Odatle se morsko dno opet diže, te je pragom u Otrantskim vratima (741 m) odvojeno od zavale Jonskoga mora.

Dubine u kanalima na istočnoj obali iznose 60—80 m, a dubine veće od 100 m dolaze samo u Planinskom kanalu (106 m) i u Kvarneriću (104 m).

Kolebanje je temperature vode slabije nego zraka nad njom, dok ekstremne temperature nastupaju sa zakašnjenjem. Površinska je voda Jadranskog mora jeseni i zimi toplija od zraka, a u proljeće i ljeto hladnija. Izoterme morske površine prilično se pravilno prilagođuju konfiguraciji obala.

TABLICA 10. — Temperatura zraka i morske vode (po A. Ercegoviću).

	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	god.
Normalna srednja mjesečna temperatura Splita	22,5	22,6	24,8	20,9	16,8	11,8	8,1	7,0	7,8	10,5	14,2	18,5	18,6
Srednja mjesečna temperatura Splita 1932—33.	21,2	24,9	26,8	25,1	19,2	13,0	11,2	6,8	7,5	9,9	13,4	16,5	20,0
Temperatura vode na površini u Kaštelanskom zaljevu, 1932. 33.	20,5	23,6	24,4	24,7	21,2	16,2	14,4	12,9	11,1	12,1	12,9	16,2	17,5
Temperatura vode na površini zapadno od Šolte 1932.—33.	21,0	22,9	22,3	23,3	23,3	19,6	17,1	15,5	13,2	13,1	13,9	16,4	18,5

Godišnja amplituda veća je na sjeveru nego na jugu. U Kvarneriću iznosi 14,9 ^{0}, kod Rogoznice 11,7 ^{0}, a kod Lastova 12,0 ^{0}. Zimska temperatura iznosi na sjeverozapadu 7—8^0, a na jugoistoku 12—13^0. Na pučini je temperatura u zimsko doba nešto veća nego uz obalu. Najniža je temperatura oko ušća Zrmanje i Krke te u blizini hladnih podmorskih izvora. Ljetna temperatura koleba između 23 ^{0} i 27 ^{0}. Uz istočnu je obalu voda kroz sva godišnja doba najčešće hladnija nego uz zapadnu. Istočna obala prima dosta vode iz hladnih krških izvora, a zapadna obala topliju riječnu vodu. Drugi je uzrok u tome, što kopneni vjetrovi potiskuju od istočne obale toplu površinsku vodu, a na njezino mjesto dolazi hladnija dubinska voda.

Dnevno se kolebanje temperature osjeća do dubine od 20 m, a godišnje najčešće do 100—150 m (rjeđe i do 400 m). Kod većih dubina vlada zimi od površine prema dnu podjednaka temperatura

(homotermija), pa u dubokoj kotlini južnog Jadrana voda u dubini od 1000 m ima zimi isto takvu temperaturu kao na površini (12,9 ^{0}). No između 500 i 800 m, dakle u dubini Otrantske prečage, nalazi se nešto topliji sloj, koji doseže temperaturu od 13,2 ^{0}. U plitkom moru sjevernog Jadrana, osobito blizu riječnih ušća, vlada zimi katotermička slojevitost, pri čem se toplina s dubinom nešto povećava. Uzrok je u tome, što se hladna i slatka riječna voda, može radi

TABLICA 11. — Temperatura na uzdužnoj osi Jadranskog mora po istraživanju Najade 1911. (u stupnjevima).

Dubina u metrima	Zapadno od Lošinja 44⁰ 4—5′	Jugozapadno od Rogoznice 43⁰ 0—1′	Zapadno od Lastova 42⁰ 4—5′	Zapadno od Drača 41⁰ 2′
		Krajem zime		
0	9,4	12,0	12,1	12,9
10	9,2	12,0	12,3	13,0
50	10,2	11,9	12,4	13,1
100	—	11,9	12,5	13,0
200	—	11,4	—	13,1
600	—	—	—	13,2
1000	—	—	—	12,9
		Krajem ljeta		
0	24,2	24,6	25,1	27,1
10	24,4	23,9	16,3	24,3
50	12,8	14,1	13,4	14,0
100	—	12,6	13,0	13,4
200	—	11,3	12,6	13,3
600	—	—	—	13,3
1000	—	—	—	12,6
		Razlika temperature između ljeta i zime		
0	14,8	12,6	13,0	14,2
10	15,2	11,9	4,0	11,3
50	2,6	2,2	1,0	0,9
100	—	0,7	0,5	0,4
200	—	0,1	—	0,2
600	—	—	—	0,1
1000	—	—	—	— 0,3

manje gustoće održati na površini, te ona tako reći pliva na težoj morskoj vodi. Ljeti postoji radi zagrijavanja površinskog sloja izrabita anotermija (toplina se s dubinom smanjuje). U području najveće dubine temperatura se od površine do dubine od 75 m snizuje za 13,7° (od 27,1° na 13,4°). Odatle do dubine od 600 m vlada uglavnom homotermija, a do 1000 m padne toplina samo za 0,7°.

Konvekcionim strujama se prenosi temperatura u dublje slojeve, pa prema tome maksimum temperature nastupa u dubini sa znatnim zakašnjenjem. Bliže obali nastupa maksimum prije nego u istom sloju vode, koja je dalje od obale. Na srednjem Jadranu doseže površinski sloj najvišu temperaturu u kolovozu ili rujnu, u dubini od 10—60 m u rujnu ili listopadu, a sloj od 70—90 m dubine tek u studenom ili prosincu. Zimsko opadanje temperature vode slijedi pad temperature zraka također sa zakašnjenjem. Minimum temperature nastupa na površini u veljači, a u dubini tokom ožujka ili travnja. Srednja temperatura cijelog stupca vode je najveća u listopadu, a najmanja redovito u veljači ili ožujku.

Radi znatne temperature vode i zraka ishlapljivanje je Jadranskoga mora dosta veliko. Podupiru ga vjetrovi, osobito ako su suhi, a smanjuje ga slanost.

TABLICA 12. — Slanost na uzdužnoj osi Jadranskog mora po istraživanjima Najade 1911. (u potisućcima).

Dubina u metrima	Zapadno od Lošinja 44° 4—5′	Jugozapadno od Rogoznice 43° 0—1′	Zapadno od Lastova 42° 4—5′	Zapadno od Drača 41° 2′
Krajem zime				
0	37,79	38,06	38,30	38,60
50	37,88	—	38,19	38,58
100	—	38,24	38,22	38,57
1000	—	—	—	38,57
Krajem ljeta				
0	35,28	37,81	37,88	38,15
50	37,92	38,30	38,21	38,42
100	—	38,26	38,37	38,53
1000	—	—	—	38,47

Zajedno sa Sredozemnim morem Jadransko je more slanije od oceana. Slanost raste od sjeverozapada k jugoistoku prosječno od 33 do preko 38‰. Slanost je uz obalu manja nego na pučini, pa se

izohalina od 38‰ može uzeti kao granica obalnih i pučinskih voda. Na krajnjem sjeverozapadu slanost je manja radi pritjecanja velikih količina riječne vode (kod delte Pada 19,2‰). Morskom strujom prenosi se slađa voda s obala Padske nizine prema jugu, pa je stoga uz zapadnu obalu na površini općenito manja slanost nego uz istočnu. Ovdje je slanost smanjena radi pritjecanja riječne vode u Šibenskom zaljevu (22,9‰), u Planinskom i Neretvanskom kanalu te uz albansku obalu. Najveća je slanost na površini pod kraj termičkog ljeta (rujan-listopad) radi jakog ishlapljivanja, a velika je i sredinom zime (siječanj-veljača), jer se u primorskom gorju oborine zadržavaju u obliku snijega. Najmanja slanost nastupa za vrijeme kišnih perioda ili neposredno iza njih radi pritjecanja većih količina slatke vode s kopna, dakle u studenome-prosincu te u proljeće (ožujak-svibanj). Na sjevernom dijelu Jadranskog mora slanost se mnogo jače koleba nego na južnom.

S dubinom se slanost najčešće povećava, dakle je slojenje vode katohalino, a rijetko su donji slojevi manje slani od gornjih. Zimi je tendencija jednolične slanosti (homohalinosti). Povećanje slanosti s dubinom jače je uz mirno more i pritjecanje riječne vode, a slabije je uz vertikalno strujanje kao i uz jak vjetar, koji izaziva miješanje slojeva. Najveća slanost od 38,96‰ ustanovljena je u području dubokog mora na jugu, i to u dubini od 130 m.

Morska voda prodire u donje tokove rijeka, gdje se održava pri dnu, a na površini teče slatka voda. Tako je u Prokljanskom jezeru ispod tankog sloja slatke vode voda slana 36‰, a slana i brakična voda opažaju se sve do Skradinskog buka.

Prozirnost mora raste sa slanošću i temperaturom, a pada s množinom planktona i organskih ostataka. Najprozirnije je more iznad najvećih dubina, gdje prozirnost iznosi 56 m. Na pučini sjevernog dijela iznosi 30—45 m, a najmanje je prozirno uz obale, osobito pri riječnim ušćima. U poredbi s ostalim morima, Jadransko je veoma prozirno. Mjerenjem u Kvarnerskom zaljevu ustanovljeno je, da je zimi prozirnost veća nego u proljeće i jesen, kad rijeke porastu i donose mnogo sitnog materijala.

Intenzivnost modre boje mora raste sa slanošću i toplinom. Blizu obale more je zelenkaste boje, a iza velikih kiša dobiva blizu ušća žutosivu boju. Na boju mora utječu također naoblaka, dubina, boja morskog dna, količina planktona, visina sunca, te kut, pod kojim promatramo površinu mora.

Samo u zatonima i morskim kanalima površina je potpuno glatka, ali to obično ne traje dugo. Pučina je redovito namreškana ili zatalasana, osobito u zimskoj polovici godine, kad najviše pušu vjetrovi. Najveće valove stvara jugo. Oni dosežu 2,5—3,5 m visine, dugi su 30 i više metara, imaju većinom pravilan i zaobljen oblik. Bura duše na mahove, a rušeći se niz primorsko gorje udara koso o morsku površinu. Stoga su njezini valovi niži nego valovi juga te

iznose najviše 2—2,5 m, oštrijih su grebena, osobito na prednjoj strani, pjenušavi su, te voda »praši«, a usto su jakoga zamaha. U kanalima i morskim prolazima valovi se kreću smjerom njihova pružanja, sukobljuju se međusobno i nepravilno podižu. Na obalama se valovi razbijaju i prebacuju često do znatne visine, te tako nastaje mlatanje, koje ima veliku razornu snagu. Kod jakih valova prenosi se gibanje do dubine od 30—40 m, te se na dnu do te dubine mogu pokrenuti čestice pijeska, a otkidaju se biljke i životinje pričvršćene za dno.

Dušući prema kopnu, jugo nagomilava vode u zaljevima i kanalima, dok bura stvara na istočnoj obali niski vodostaj. Razlika između visokog i niskog vodostaja može biti i preko 2 m.

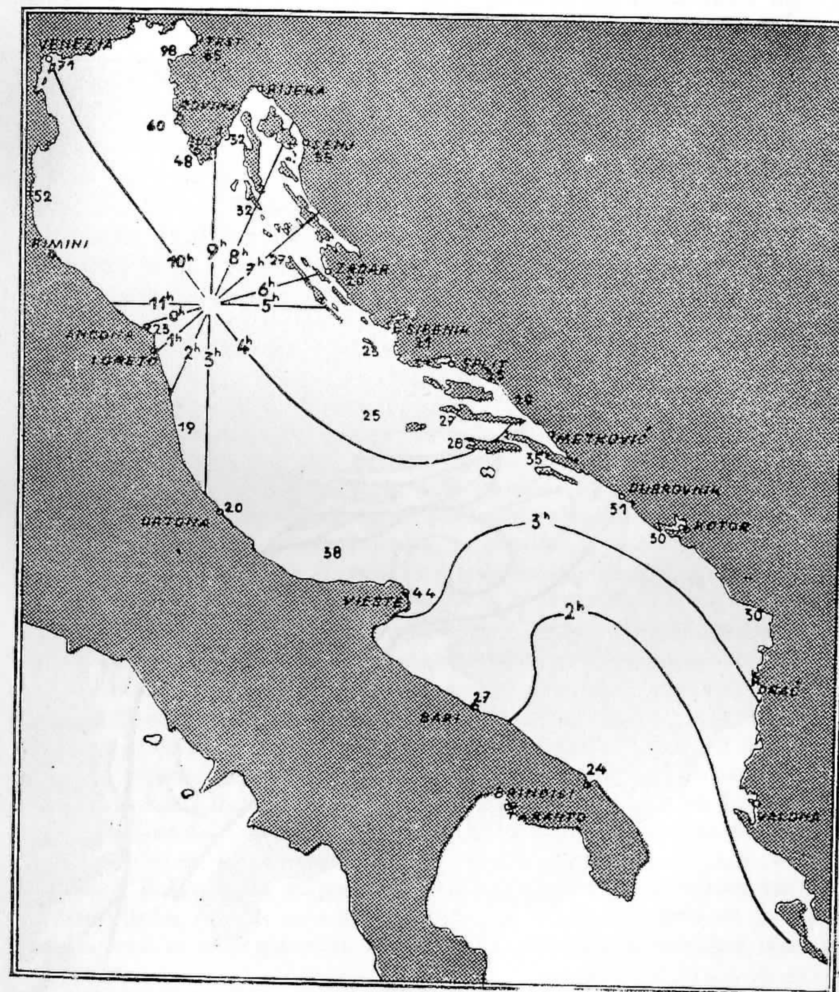
Morska doba Jadranskoga mora potaknuta su dobima Jonskoga mora. Za plime se stvara kroz Otrantska vrata dosta izrazita struja, kojom se prenese 16,5 km^3 vode, a ta bi voda prosječno digla razinu Jadranskoga mora za 11.2 cm. Za oseke izlazi ista količina vode osečnom strujom. Amplituda je u pojedinim dijelovima mora različita. U južnom, dubljem dijelu ona je posve neznatna, a prema sjeveru raste. Kod Dubrovnika iznosi visina srednje plime 31 cm (za sizigija 38 cm, a za kvadratura 18 cm), kod Splita 25 cm, kod Sušaka 47 cm, a kod Trsta 88 cm (za sizigija 122 cm, a za kvadratura 52 cm). Najveća je srednja plima kod Pirana, gdje iznosi 98 cm.

Plima i oseka većinom se pravilno izmjenjuju dvaput dnevno, no u nekim kanalima i zatonima nastaju u danima oko kvadratura nepravilnosti, te se javlja samo jedna plima i oseka. To je osobito izrazito u Kvarneru i Zadarskom kanalu. Obje plime jednoga dana međusobno se razlikuju po trajanju i visini. Jača plima slijedi iza gornje kulminacije mjeseca, kad je njegova deklinacija sjeverna, a iza donje kulminacije, kad je deklinacija mjeseca južna. Radi male razlike između plime i oseke ima njihova pojava za brodove tek sporednu važnost izuzevši neke luke na plitkoj obali Albanije i Padske nizine.

Plima i oseka ne nastupaju svagdje istodobno. Na jugu dolazi progresivni plimni val kroz Otrantska vrata, dok na sjevernom dijelu Jadranskog mora nastaje amfidromija suprotno od kazaljke na satu, a sa središtem 50 km sjeveroistočno od Ancone. Amfidromija, t. j. kružno rasprostiranje plimnog vala nastaje sastavljanjem dviju oscilacija: jedne potaknute plimnim valom, koji prodire kroz Otrantska vrata u smjeru jadranske osi, i druge, koja nastupa uslijed rotacije Zemlje (okomito na jadransku os). Uslijed ove transverzalne komponente istočna obala ima plimu u vrijeme, kad zapadna obala ima oseku. Brzina kretanja plimnog vala najveća je u južnom dijelu Jadranskog mora, gdje iznosi 300 km na sat, dok na sjeveru iznosi 150 km. Najmanja je u srednjem dijelu, gdje se od otoka Sestrica do Velog rata (Dugi otok) kreće plimni val brzinom od 25 km u satu.

Zbog amfidromije ima lučko doba (t. j. vrijeme, koje prođe od kulminacije mjeseca do nastupa visoke vode za mlađaka i uštapa) uz istočnu obalu sve veću brojnu vrijednost prema sjeveru, a obrnuto na zapadnoj obali. Dubrovnik ima lučko doba 3,8 sati, Split 4,3, Šibenik 4,6, Veli rat 7,0, Senj 8,3, a Trst 9,6 sati.

Struje Jadranskog mora pripadaju sustavu struja Sredozemnog mora, te se kreću u istom smislu kao i ondje. Dolazeći iz Jonskog mora struja, teče uz istočnu obalu, a vraća se uz zapadnu, no manji



Sl. 8. Nastupanje progresivnog plimskog vala u južnom dijelu Jadranskog mora i amfidromija u sjevernom dijelu (s lučkim dobima). Brojevi uz obalu označuju amplituda morskih doba (u cm) za sizigija (po R. Sternecku).

ogranci prelaze poprečno preko pučine Jadranskog mora i spajaju se s glavnom strujom na zapadnoj obali. Jedan ogranak teče pored Mljeta i Lastova do Monte Gargana, a drugi manje izraziti od Zadarskih otoka prema Anconi. Glavna se struja dijeli kod rta Kamenjaka, te jedan ogranak teče uza zapadnu obalu Istre, a drugi izravno na zapad, te se spajaju kod Riminija. Uz istočnu obalu nosi struja topliju i slaniju vodu, dok je na zapadnoj obali struja manje slana nego što je ostalo more, i to stoga, što sa strujom ide i riječna voda lombardskih rijeka.

Sl. 9. Struje Jadranskog mora

Prosječna brzina sjeverozapadne struje iznosi 7,2 km na dan, a najveća je između Boke Kotorske i Visa (13 km). Dalje na sjeveru je struja mnogo sporija (3,7 km) radi jake razvedenosti obale. Jugoistočna struja na zapadnoj ravnoj obali ima veću prosječnu brzinu (14 km na dan). Struje se najbrže kreću zimi, a najsporije u jesen. Jaki vjetrovi, koji traju duže vremena, utječu na struje, te ako dušu u istom smjeru, kojim teče struja, pojačavaju njezinu brzinu. Na spomenute struje utječe i strujanje plime i oseke, koje se osobito opaža u Korčulanskom, Neretvanskom i Planinskom kanalu, te u Kvarneriću. Na istočnoj obali najveća je brzina struje kad duše jugo i kad istodobno nastupa plimna struja. Riječna voda slijedi uglavnom tok obalne struje (osobito voda Neretve) te je pojačava.

Strujama se izmjenjuje i obnavlja voda. Unutar gornjeg sloja do 30 m treba voda tri mjeseca da prijeđe cijelu dužinu istočne obale od juga prema sjeveru, u dubini od 50 m treba 6 mjeseci, a u dubini od 100 m 9 mjeseci.

U Jadranskom je moru ustanovljena pojava seša (seiches, gajole). To su stojni valovi ograničenih bazena: zaljeva i kanala. Morska se voda koleba oko neke neutralne osi (linija čvorova), pri čem se na jednoj obali naizmjence diže, a na drugoj spušta. Ima stojnih valova, koji se pomiču oko dviju ili više linija čvorova (uninodalni, binodalni, plurinodalni stojni valovi). Perioda ovih oscilacija zavisi o veličini zaljeva i kanala, o obliku obalne linije, dubini i reljefu morskoga dna. Ima perioda kraćih od 1 minute i perioda od više sati. Poticaj za postanak stojnih valova daju vjetrovi, mrtvo more, plima i oseka, te razlike u zračnom tlaku. Pojava seša opažena je u Kvarneru i pojedinim njegovim dijelovima, u Zadarskom kanalu, Boki Kotorskoj i drugdje. Sa sešima su u vezi i ritmička podvodna strujanja, koja ribari zovu štige.

U Bakarskom zaljevu ustanovljeno je više perioda stojnih valova. Period od 20—24 minute pripada osnovnoj oscilaciji Bakarskog zaljeva. Cijela zaljevska os je četvrtina dužine stojnog vala, kojemu je trbuh u Bakru, a čvor na ušću zaljeva. Period od 8 minuta pripada uninodalnom sešu, kojega se čvor nalazi kod Brestića, dok se kod Bakra i Bakarca javljaju protivne faze. Period od 4,3 minute pripada binodalnom sešu, a više perioda od 1—2 minute pripadaju plurinodalnom (do 21-nodalnom) sešu. Amplituda stojnih valova doseže u Bakarskom zaljevu i preko 90 cm. U Kvarnerskom zavalju ustanovljena su dva seša s periodom od 2 i 6 sati, koji se javljaju onda, kad se mijenja vrst vjetra, pa mjesto bure nastupa jugo ili obrnuto.

Radi nejednake gustoće morske vode, koja je u vezi s razlikama u slanosti i temperaturi, nastaju okomite (konvekcione) struje. One su najjače zimi, kad se površinska voda ohlađuje, a kod bure je pojačano ishlapljivanje, pa voda postaje slanija. Teža površinska voda

pada u dubinu, a na njezino mjesto dolazi toplija voda odozdo. Konvekcionim strujama smanjuje se zimi okomiti gradijent svih fizičko-kemijskih svojstava vode, pa se do znatne dubine javlja homotermija i homohalinost kao i bogatstvo kisika. Konvekcione struje dopiru po istraživanju Najade u kotlini Jabuke do 150 m, a u južnoj dubokoj kotlini do 200, možda i 300 m. Voda u većoj dubini obnavlja se bočnom advekcijom.

Radi konvekcionih struja sadržava voda mnogo kisika, redovito iznad 96% (kad je voda zasićena kisikom, tad se veli da ga ima 100%). Na površini se može količina kisika povećati do prezasićenosti (115%). Čitav sjeverni, plići dio Jadranskoga mora gotovo je do dna zasićen kisikom, i ta činjenica dokazuje, da je dubinska voda pred razmjerno kratko vrijeme bila u dodiru sa zrakom nad morskom površinom. Životinje troše kisik, dok biljni organizmi sudjeluju kod povećavanja njegove količine u vodi. Zasićenost je najveća ljeti, vjerojatno u vezi s bujnim razvojem fitoplanktona.

Suprotni su uvjeti za množinu fosfata koji je važan za opstanak fitoplanktona. Njegova se množina povećava prema dnu, gdje se rastvaraju uginuli organizmi. U površinskom sloju jače je trošenje fosfata. Najmanje fosfata ima krajem ljeta, a to je posljedica ljetnog bujanja fitoplanktona. Srednja godišnja količina fosfata iznosi u površinskom sloju mora kod Splita 0,9 miligrama u jednom kubičnom metru vode, a u dubini od 30 m iznosi 1,7 miligrama. Ta je količina malena, a posljedica joj je ne baš velika plodnost Jadranskoga mora. Oskudici fosfata uzrok je u činjenici, što su obale Jadranskoga kao i Sredozemnog mora građene pretežno od vapnenačkoga kamenja, koje je siromašno fosfornim spojevima.

Svjetlucanje mora izazivaju razni organizmi, osobito plankton, te neke vrsti račića, puževa i crvi. Kad se mehanički nadraže trenjem vode, međusobnim trenjem, prolaženjem riba i brodova, tada svijetle.

Uz obalu je morsko dno pokriveno finim ili krupnozrnim pijeskom, dok se uz strmu i kamenitu obalu nalaze i stjenovita dna s otkinutim krupnijim i sitnijim kršjem, koje se postupno izvalja u valutice i šljunak. Nanosi iz rijeka talože se neposredno pred ušćem, jer morska voda ima molekularnu osobinu, da neobično brzo izlučuje suspendirane čestice kao talog. Tako nastaju pličine, koje imaju najveći opseg pred ušćem Neretve, a nešto manje pred ušćem Cetine. Dalje od obale nalazi se pjeskovito-muljeviti pojas, koji konačno prelazi u područje, gdje je dno pokriveno mekanim muljem s primiješanim skeletnim ostatcima morskih životinja. Ima dosta zrnaca kremenog pijeska i na nekim mjestima magnetita. Mulj je obično sivkaste boje, koja kod veće primjese gline prelazi u žućkastu boju, a od crvenice dobiva crvenkasti ton. Uz veću primjesu organskih tvari dobiva mulj tamnu, gotovo crnu boju.

LITERATURA

1. Brückner E. — Grund A.: Die I.—XII. Kreuzungsfahrt (Terminfahrt) SMS Najade in der Hochsee der Adria 1911—1914. Mitt. d. Geogr. Ges. Wien 1911—1914.
2. Ercegović A.: Istraživanja o temperaturi, salinitetu, kisiku i fosfatu jadranskih voda srednjodalmatinske obale. Prirodoslovna istraživanja 19. Zagreb 1934.
3. Ercegović A.: Weitere Untersuchungen über einige Verhältnisse und über die Phytoplanktonproduktion in den Gewässern der östlichen Mitteladria. Acta adriatica II. 3. Split 1940.
4. Ercegović A.: Fizikokemijska i biologijska ispitivanja u obalnim vodama istočnog Jadrana tokom god. 1934. Prirodoslovna istraživanja 20. Zagreb 1936.
5. Gavazzi A.: La temperatura della superficie del mare Adriatico. Rivista Geografica Italiana. Firenza 1897.
6. Gavazzi A.: O pomicanju morske vode u Kvarnerskom zavalju. Prirodoslovna istraživanja 6. Zagreb 1915.
7. Gavazzi A.: Prilozi za hidrografiju Bakarskog zaliva. Prirodoslovna istraživanja 13. Zagreb 1918.
8. Gavazzi A.: O dubinama Jadranskog mora. Comtes rendus du IV-e Congrès des géographes et des ethnographes slaves. Sofija 1936.
9. Goldberg J. — Kempni K.: O oscilacijama Bakarskog zaljeva i općem problemu zaljevskih seša. Prirodoslovna istraživanja 21. Zagreb 1938.
10. Izvještaji o 1. i 2., 3. i 4. naučnom istraživanju Jadranskog mora 1913.-14. Prirodoslovna istraživanja 2, 5. Zagreb 1914.
11. Kuster A.: O pojavi seiša. Mornarički glasnik. Zemun 1934.
12. Lukas F.: Jadran. Sušak 1911.
13. Merz A.: Die Adria. Dalmatien und das Küstenland, Wien 1911.
14. Vujević P.: Hidrografija. Kraljevina Jugoslavija, Beograd 1930.
15. Wolf J. — Luksch J.: Bericht an die kgl. ung. Seebehörde in Fiume über die — physikalischen Untersuchungen im Adriatischen Meere I-IV. Fiume 1875.-78.
16. Mittelmeer-Handbuch IV.: Das Adriatische Meer. Berlin 1930.
17. Opis obala Jadranskog mora. Split 1934.

Tlo

Dr Mihovil Gračanin

Pedogeografija Hrvatske ostala je sve do najnovijeg vremena slabo poznata i nedovoljno obrađena. Razumljivo je to, kada se zna, da je pedogeografija jedna od najmlađih grana geografijske nauke, da su pedologijska istraživanja Hrvatske vršena do sada ponajviše sa gledišta poljodjelskog i šumarskog, te da je prirodoznanstvenoj klasifikaciji i geografiji tala posvećivana mala pažnja. Stoga još nemamo pouzdane i pregledne pedologijske karte, koja bi predočavala geografijsko rasprostranjenje glavnih tipova naših tala.

Prikaz, koji ovdje donosim, ima svrhu pružiti kratku filmsku sliku geneze pedosfere i njenih glavnih prirodno-historijskih jedinica, tala, upoznati čitaoca s glavnim tipovima tala Hrvatske i upozoriti na njihovo prirodno rasprostranjenje, kao i na zakone njihova života.

Tla, kao prirodne jedinice oblasti naše Zemlje, što se zove pedosfera. osnovni su faktor života uopće. Bez njih nema opstanka ni zelenim biljkama ni nezelenim bićima, ljudima, životinjama i nezelenim biljkama. Narodi »žive od zemlje«, pa se stoga i sve borbe među narodima od najdavnijih vjekova do danas, vode uglavnom radi »zemlje«. Klica borbi leži u prirodi ovoga dobra i u njegovu odnošaju prema životu: tlo je naime dobro nerazmnoživo, a uvjet je života i životnih potreba, koje trajno rastu. Već je 1798. godine nacionalni ekonom *R. Malthus* objavio svijetu, da populacija raste u geometrijskoj, a proizvodnja hrane u matematskoj progresiji, pa da dosljedno tome avet gladi prijeti neminovno čitavom čovječanstvu. Od godine 1800., kada je u Evropi bilo 175 milijuna stanovnika, porastao je taj broj do 1890. na dvostruko, t. j. na 350 milijuna, dok je trideset godina kasnije (1920.) iznosio već blizu pol milijarde. Pol milijarde ljudi na evropskom kontinentu treba godišnje blizu pol milijarde metričkih centi ugljika u lako probavljivim ugljičnim hidratima, mastima i bjelančevinama. Najveći se dio tih tvari proizvodi u zelenim tvornicama, što ih milijuni evropskih seljaka svake godine podižu na površini evropskog dijela pedosfere. Te se zelene tvornice ne mogu podizati u samom zraku; njihovi temelji moraju biti uzidani u tlo, iz kojega dobivaju mnoge tvari i energije potrebne za gradnju i proizvodnju.

Zato su snage tla toliko vrijedne! Ali, one nisu svugdje jednake. Neka tla raspolažu golemim efektivnim i potencijalnim energijama, druga su opet njima siromašna. Te su snage ovisne o mnogim pedogenetskim faktorima, koji su učestvovali u njihovu razvitku i pedogenetskim procesima, koji su se od najstarijih vremena sve do danas u njima odigravali.

I Hrvatska ima mnogo raznih tipova, podtipova, varijeteta i vrsta tala; čitav mali muzej. Pokrivaju ih danas zeleni sagovi naših njiva, travnjaka, voćnjaka, vinograda, šuma, šikara i makija. Hrvatski narod u pravom smislu riječi »živi od zemlje«; na svome dijelu pedosfere zasnovao je on svoj život u prošlosti, a izgrađivat će ga i u budućnosti. *Tla Hrvatske najveće su blago hrvatskog naroda; nepresušivi su izvor njegovih snaga i temelj hrvatske domovine.* Poznavati ih znači dakle poznavati temelje na kojima Hrvatska počiva.

POSTANAK HRVATSKIH TALA

U pradavno doba, pred mnogo milijuna godina, čitava je površina naše Zemlje bila gola i pusta. Nigdje nije bilo ni luga, ni njive, ni biljaka, ni životinja, pa ni sitnog truna tla. Nije tada bilo ni osnovnih uvjeta za život na njoj. Ali već od prvog početka Zemlja je doživljavala promjene građe fizikalne i kemijske, mijenjala je veličinu, oblik i sastav; s vremenom se toliko izmijenila, da se moglo razlikovati nekoliko oštro diferenciranih ljusaka ili sfera.

Sve naučne hipoteze o postanku Zemlje (nebularna, planetezimalna i dr.) uzimaju uglavnom njezino postepeno izgrađivanje. Uzima se na pr. da je prvotno bila dijelom tvari Sunca, od kojega se odijelila i otpočela samostalan razvoj u Svemiru. Poradi ohlađivanja prešla je najprije iz plinovitog stanja u žitko, a kada je toplina na njenoj površini pala ispod topline taljenja minerala, počela se tvoriti čvrsta kora. Ta je kora bila preslaba da odoli tlaku plinova i usijane mase u unutarnjosti Zemlje; plinovi i užarena magma probili su čvrstu lupinu (litosferu) i izlili se po njenoj površini. Tako je na površinu našeg planeta iznesena viskozna magma, prosićena plinovima i parom; para i plinovi prešli su u atmosferu i hidrosferu, dok se magma ohladila u čvrstu kamenitu masu *(eruptivno kamenje).*

No time površina Zemlje nije završila svoj razvojni ciklus. Snage vječnog strujanja tvari i stvari na našoj Zemlji, njihova trajnog putovanja, postajanja i preobražavanja, mijenjale su i dalje kroz duge nepregledne vjekove površinu litosfere. Agensi atmosfere i hidrosfere, a kasnije i biosfere, razarali su i drobili u sitnu trošinu (detritat), u čestice najrazličitije veličine i oblika, iz ras-

trošenih čestica tvorili nove anorganske i organske spojeve, prenosili produkte trošenja, oblikovali nove forme, te razvili nova prirodna tijela: tla. Skoro na čitavom kopnu naše Zemlje razvijala se tako nova oblast: *pedosfera,* koja je postala od najvećeg značenja za sav viši organski život na Zemlji.

Već od prvog početka pedosfera i njeni sastavni dijelovi (tla) preturali su dalje promjene utjecajem energija kozmičkih i geodinamskih. Dio produkata trošenja litosfere ostao je u rastresitom stanju, da posluži kao stanište i supstrat čitavom svijetu autotrofnih i heterotrofnih organizama, u prvom redu biljaka, dok je drugi dio služio kao ishodni materijal za tvorbu novoga kamenja. Mnogi proizvodi trošenja taložili su se naime u morima i jezerima, gdje su razvili velike naslage novoga kamenja *taložnog (sedimentarnog).* Kada se pak uslijed epirogenetskih pomicanja ovo kamenje uzdiglo nad hidrosferu i postalo kopnom, odmah se i ono počelo trošiti na površini i učestvovati na izgradnji pedosfere.

Iz kamenja eruptivnog i sedimentarnog, a od česti i iz samog tla, nastala je preobrazbom (utjecajem tlaka, topline i t. d.) treća velika skupina kamenja, *metamorfnog.* I ovo se kamenje na površini trošilo i pretvaralo kroz vjekove u sitno tlo.

I tako su se kroz milijune godina na čitavom kopnu naše Zemlje iz litosfere razvijali, a i danas se još razvijaju, rahli sedimenti (tla), sastavni dijelovi pedosfere. Oni ispunjaju danas naročito reljefske depresije (doline i ravnice), ali pokrivaju sad debljim sad tanjim slojem i reljefske uzvisine, bregove, brda i planine. Samo ovdje-ondje ostala je litosfera ogoljena. U visinskim oblastima, na strmim kosinama, gdje denudacija ne dozvoljava nakupljanje rahlih produkata trošenja stijena, ili gdje klimatske prilike nisu povoljne za razvitak jačeg vegetacijskog pokrova (višeg bilja), litosfera je još i danas gola. Ipak se i tu tla tvore, često i vrlo intenzivno, samo ne ostaju na mjestu postanka; razaračko djelovanje vode, topline i litobionata (poglavito lišajeva) na litosferu ovdje je ponajčešće veoma intenzivno, ali se produkti trošenja brzo ruše i otplavljuju sa strmih stijena u depresije ili na podnožja brda.

Na čitavom kopnu naše Zemlje pedosfera se prema tome nužno razvija radi termo-, hidro- i biodinamskih prilika, koje na površini litosfere vladaju.

Pedosfera, jednako kao i ostale sfere naše Zemlje (barisfera i litosfera, pa hidrosfera i atmosfera) nije slučajna gomila materija, nagomilanih bez reda i zakonitosti. Sve sfere i svi njihovi dijelovi predstavljaju složeni »mehanizam«, kako bi rekao *Vernadski,* koji drži atome Zemlje uz pomoć energija planetarnih, kozmičkih i unutarnjih energija tvari u stalnom kretanju. Zemlja i sve njene sfere podvrgnute su određenim zakonima razvoja i djelovanja.

Pedosfera je bez sumnje najkompliciranija geosfera. Ona nije ni mrtva tvar ni potpuno živi organizam. Ona je prirodno-historijska oblast, u kojoj se sukobljuju energije terestričke i kozmičke, u kojoj se anorganske komponente pretvaraju djelomice u organske tvari njenih živih dijelova, i u kojoj se vrši humifikacija i mineralizacija organskih tvari, te najrazličitiji procesi vezanja i disipacije energije. U kružnom kretanju energija, a naročito u procesu vezanja i transformacije sunčanih energija svijetla i topline, pa rasprostranjenja životnih energija, pripada joj najznačajnija uloga.

Pedosfera ima svoje zakone geneze, formacije i evolucije. Tla su prirodno-historijska tjelesa, čija svojstva ovise o svim faktorima njihove tvorbe i razvoja *(pedogenetski faktori).* Matični supstrat, klima, biosfera, reljef, vrijeme i t. d., sve su to faktori geneze, formacije i evolucije tala. *Samo u području istih genetskih čimbenika razvijaju se tla ista ili slična.*

U velikom prosjeku najizrazitiji utjecaj na razvitak tala imaju klima, matični supstrat i vegetacija. Utjecaj klime toliko je odsudan, da se u istoj klimatskoj zoni iz dva potpuno različita kamenita supstrata (na pr. granita i vapnenca) mogu razviti tla vrlo sličnih osnovnih prirodnih svojstava.

Kao i sva ostala prirodna tijela, imaju i tla svoju *morfologiju,* koja se odražava kako na vanjskom licu pedosfere, tako i na unutarnjem licu (profilu) svakog tla. Samo na profilu tla možemo upoznati njegovu građu, fizionomiju i druga svojstva. U koliko se ne radi o sasma mladim tlima, možemo na profilu razlikovati nekoliko jasno izraženih genetski povezanih horizonata (A, B, C i t. d.). Fizikalno-kemijska građa, kao i svojstva fizikalna i kemijska za razna su tla karakteristična; oni su rezultanta pedodinamskih procesa ili kako se obično veli »života« tla. Pedodinamski procesi utiskuju tlima tipično obilježje, koje se očituje u svim njihovim morfologijskim znakovima i fizikalno-kemijsko-biologijskim svojstvima.

Slično kao što je građa litosfere na raznim mjestima različita, tako je i građa pedosfere na različitim mjestima promjenljiva. Kada bismo načinili presjek pedosfere od sjevera k jugu i od zapada k istoku Evrope, lako bismo na njemu uočili, da ona nije homogena, već da se sastoji iz najrazličitijih tala, koja se razlikuju već na prvi pogled po morfologijskim znakovima. Kada bismo obratili pažnju samo jednom morfologijskom znaku, na pr. boji, lako bismo se uvjerili, da postoji upravo bezbroj boja i njihovih nijansa. Razlike u vanjskim znakovima tala postajale bi to mnogobrojnije, što bismo većem broju znakova obraćali pažnju. Svaki vanjski znak tla i svako njegovo svojstvo stoji u uskoj vezi s procesima njegove tvorbe i razvitka.

Tla imaju stanovitu starost, pa prema tome i *historiju.* Pored toga kao i sva druga prirodna tijela, imaju određeno raširenje u prostoru, *geografiju.*

I tla naše Hrvatske imaju dakako svoje zakone geneze i evolucije, imaju svoju morfologiju, historiju i geografiju.

Kada su se naši pređi pred 14 stoljeća doselili u ove naše krajeve, Zemlja se na ovom dijelu svoje kore bila već davno smirila; nestalo je vulkana, ledenika, Pontskoga mora i velikih jezera. Pedosfera je na najvećem dijelu naše domovine bila prekrivena gustim zelenim šumama, ispresijecana brojnim vodotocima, rijekama i potocima, uz koje su se prostirali plodni aluviji dolina i ravni, obrasli poglavito travnjačkom i šumskom vegetacijom. Velebit, Dinara i ostale naše krške planine odavno su se već izdigle iznad površine hidrosfere i zaodjele zelenim plaštom šume, a Jadransko je more već mnoge hiljade godina oplakivalo podnožje naših planina i gradilo žalove, drage i zaljeve.

Hrvatski dio pedosfere bio je tada pred mnogo stoljeća grub i divlji, ali jamačno i prepun prirodnih krasota, i tko zna nisu li i one utjecale na naše predke, da odaberu upravo ovaj dio Evrope za svoju stalnu postojbinu. Posve je sigurno, da je narod hrvatski prigrlio novi kraj, saživio se sa zemljom i kroz duga stoljeća milovao je duhom i natapao znojem i krvlju. Srastao se s njom, crpio iz nje snage za novi život, na njoj se pomlađivao i vraćao joj sve elemente svoga materijalnog života. S tom lijepom našom domovinom povezao je čitav svoj duhovni život i razvio u njoj svoju narodnu kulturu.

Milijune godina prije dolaska Hrvata razvijala su se naša tla iz kamenitog supstrata utjecajem klimskih agenasa, vegetacije, životinja, a od česti i ljudi, ali je tek nakon njihova dolaska utjecaj čovjeka na prirodne osebine tala postao velik i očit. Ipak se ne da poreći, da su klima, vegetacija i matični supstrat još i danas dominantni faktori njihove geneze i razvitka.

GLAVNI TIPOVI NAŠIH TALA

Neobično velikoj raznolikosti pedogenetskih faktora i procesa ima se pripisati, da je Hrvatska pravi mozaik različitih vrsta i tipova tala; na malim površinama izmjenjuju se često tla, koja se u pogledu osnovnih prirodnih svojstava i znakova bitno razlikuju. Razlike između pojedinih tala postaju to veće, što većem broju znakova i svojstava poklanjamo pažnju. Na ovome mjestu nije moguće prikazati hrvatska tla na temelju sitnih razlika, već samo na temelju glavnih tipskih, genetskih osobina. U smislu genetske klasifikacije tala *Sibirceva,* mogli bismo sva tla Hrvatske podijeliti na tri skupine:

I. *zonalna,* među koje spadaju *podzoli, degradirani černozemi, crvenice, smeđa primorska tla, planinske crnice* i *primorske klimazonalne slanjače;*

II. *intrazonalna,* od kojih su najvažnija *rendzine, smeđa* i *žućkasto-siva karbonatna tla, alkalijska tla,* te *močvarna tla;*

III. *azonalna* tla, kao što su *mlada naplavljena tla* (aluvijalna i deluvijalna), *surova skeletna tla* i *živi pijesci* (sipine, dune).

Zonalni tipovi tla razvijeni su u punom skladu s klimskim prilikama, koje u pojedinim krajevima vladaju; klima je zapravo glavni faktor njihove geneze. Na profilu ovih tala dade se razlikovati nekoliko genetski povezanih horizonata. Morfologijska svojstva profila rezultat su dugotrajnih pedodinamskih procesa, koji su u kvalitativnom i kvantitativnom pogledu najjače pod utjecajem klime.

U razvitku *intrazonalnih* tala dominantan utjecaj nema klima već kakav drugi pedogenetski faktor (matični supstrat, vlaga, slane vode i t. d.); pojavljuju se među zonalnim tlima.

Azonalna tla, kao što sama riječ kaže, ne pokazuju nikakvo zakonito rasprostranjenje, zonalnost, već se pojavljuju u najrazličitijim zonama. To su redovito mlada, nerazvijena tla, na čijem profilu još ne možemo razlikovati horizonte genetski povezane. Takvih tala ima mnogo, zahvaljujući jakoj eroziji površine pedosfere i trajnoj površinskoj depoziciji rahlih sedimenata kore Zemljine.

I. ZONALNA TLA

1. PODZOLI

(P e p e l j u š e, b j e l i c e)

Tla podzolastog tipa, kojima je naš narod dao ime pepeljuše, bjelice, beličine i t. d., glavna su klimazonalna tla kontinentalne Hrvatske. Rasprostranjena su u svim njenim krajevima, pod najrazličitijim facijesima, čineći raznolike prijelaze od slabo podzoliranih tala pa do najizrazitijih podzola. Razlikuju se međusobno poglavito po stupnju podzolizacije i razvijenosti profila.

Samo u najistočnijem dijelu Hrvatske, gdje je humiditet klime znatno manji, razvijaju se mjesto podzola degradirani černozemi, a na planinskim vrhovima katkad i planinske crnice.

Podzolasta tla spadaju među najrasprostranjenija tla nastanjenog dijela pedosfere. To su zonalna tla humidnih područja, uglavnom umjerene klime. U područjima hladne, pa i tropske i subtropske klime, podzoli se pojavljuju samo lokalno (ekstrazonalna

tla po Pačoskom). U samoj Rusiji zapremaju podzoli preko 10 milijuna km² od ukupno 21 milijuna km², koliko otpada na čitavu površinu, dok u evropskom dijelu Rusije podzoli zapremaju oko tri petine od ukupne površine. U ostalim krajevima Evrope zauzimaju ova tla najveći dio šumske zone sjeverno od Mediterana sve do Sjevernog mora, ali prelaze i na Britansko otočje. U Aziji i Sjevernoj Americi dopiru podzoli do 50° sjeverne širine, dok se u Južnoj Americi, Africi i Australiji pojavljuju samo mjestimice kao ekstrazonalna tla, poglavito u planinskim područjima.

Postanak podzola. Svi su podzoli nastali procesima podzolizacije. Podzolizacija je skup osnovnih pedogenetskih procesa, koji uvjetuju razvitak podzolastog tipa tla; od tih najveće značenje imaju procesi *ispiranja (eluvijacije), zakiseljavanja (acidifikacije)* i *humizacije.*

E l u v i j a c i j a. U zoni podzola padne znatno više oborina nego što se vode može ispariti (u Evropi iznosi kišni faktor u zoni podzola oko 100—300, u Americi 114—198). Posljedica je toga, da se tla trajno ispiru i siromaše na lako topivim solima; otopljene soli odlaze s cijednom vodom iz površinskih slojeva pedosfere u dublje slojeve, gdje se talože, ili pak podzemnim vodotocima za uvijek ostavljaju matično tlo. Cijedna voda povlači sa sobom i koloidne disperzije površinskih horizonata, a u rahlijim tlima i grublje čestice, te ih taloži u dubljim slojevima. Što je količina oborina veća, a mogućnost isparivanja vlage s površine manja, to je eluvijacija intenzivnija i obrnuto. Prema tome je eluvijacija najjača u prekomjerno vlažnim (perhumidnim) područjima, a najslabija u poluvlažnim (semihumidnim) zonama podzolastih tala. Uzmemo li u obzir, da se podzolasta tla Hrvatske razvijaju u područjima s oko 800—3500 mm oborina godišnje i prosječnom toplinom od oko 5—11 ° C, onda je jasno, da se procesi eluvijacije vrše u različnim krajevima različitim intenzitetom.

A c i d i f i k a c i j a. Podzolizacija, pa i sama eluvijacija, ne ovise samo o vlažnosti klime, već i o kemijskom karakteru cijedne vode, odnosno otopina, koje se ocjeđuju kroz tlo. Od najvećeg je značenja u tome pogledu aciditet otopina koje se ocjeđuju. Voda oborina, koja dospijeva na površinu pedosfere, nije potpuno neutralna; na svome putu kroz atmosferu adsorbira nešto ugljičnog dvokisa, a eventualno i oksida dušika, sumpornog dvokisa, i dr., pa tako ulazi u tlo već slabo okiseljena. Aciditet naših kišnica kreće se obično između pH 5,75—6,35. Ovakva okiseljena voda oborina ima znatno veću sposobnost kemijskog trošenja minerala, nego čista neutralna voda. Ali u podzolastim tlima aciditet se kišnice još povećava ugljičnom kiselinom, što se u tlu tvori disanjem korijenja i sveukupnog edafona, a od česti i raznim organskim kiselinama, koje nastaju za rastvaranja visoko-molekularnih organskih spojeva tla. Ugljična kiselina može in statu nascendi postići

aciditet od pH 4,0. Ipak je za razvitak podzolastog tipa tla potrebna i humizacija mineralnog supstrata.

H u m i z a c i j a. Po mišljenju većine pedologa samo u prisutnosti sirovog humusa ili bolje reći huminskih kiselina, može doći do destrukcije (razaranja) mineralnoga kompleksa tla u većoj mjeri i ispiranja produkata njegova raspadanja, koji su za podzolaciju karakteristični.

Isključivim utjecajem ugljične kiseline mogla bi se razviti tek vrlo slabo podzolirana tla, koja neki pisci označuju kao srednjoevropska *smeđa tla (Braunerde* po *Ramannu).*

Procesima zakiseljavanja i eluvijacije nastaju temeljite promjene fizikalno-kemijskih svojstava rahlih sedimenata kore Zemljine, koje dovode do razvitka podzolastog tipa, karakteriziranog morfologijski sa tri značajna horizonta: s *eluvijalnim* (A), *iluvijalnim* (B) i *matičnim supstratom* (C).

Eluvijalni horizont ili horizont ispiranja, diferenciran je obično u dva ili više podhorizonata, od kojih je najkarakterističniji površinski podhorizont A_1 sivotamne boje, u kojem se nagomilava humus, te izbijeljeni podhorizont A_2 pepeljaste boje, po kojem je podzol dobio i svoje ime (»zola« ruska oznaka za pepeo). Ponekad je A_2 slabo izražen, ako je maskiran humusnim tvarima.

U eluvijalnom horizontu odigravaju se procesi zakiseljavanja, otapanja i hidrolitskog cijepanja minerala. Alkalije i zemnoalkalne kovine dobrim dijelom prelaze u otopine, a seskvioksidi tvore od česti prave, a od česti pseudo-otopine.

Iluvijalni horizont (B) jest horizont taloženja; u njemu se obaraju i talože poglavito seskvioksidi željeza i aluminija, kao i mnoge druge sitne disperzije, uglavnom koloidne, koje cijedna voda ispire iz eluvijalnog horizonta. Morfologijska svojstva iluvijalnog horizonta razlikuju se zato znatno od eluvijalnog; i na njemu razlikujemo više podhorizonata (B_1, B_2, i t. d.) jače ili slabije izraženih, već prema prisustvu sekundarnih pedogenetskih tvorevina, kao što su konkrecije seskvioksida, humata i sl. U težim glinastim i ilovastim tlima razvijaju se kuglaste konkrecije veličine glavice pribadača do krupnog lješnjaka, koje naš narod naziva »*čačak*« ili »*čagalj*«, dok se u lakim tlima pjeskovitim tvore često čitavi kompaktni slojevi (klupa) konkrecija, zvani »*mjestanac*« ili »*orštajn*«.

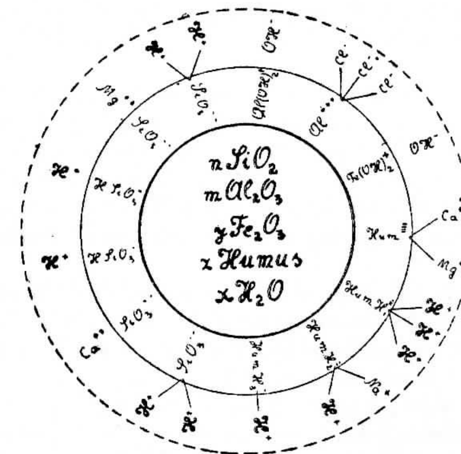
Matični supstrat (C) je onaj geologijski sediment, iz kojega tla nastaju pedogenetskim procesima. Mogu to biti najrazličitije kamenite mase (eruptivne, metamorfne i sedimentarne), kao i sekundarna tla, donesena na sadašnje mjesto površinskim snagama (tekućom vodom, vjetrom i sl.) ili pak reliktna tla starijih geologijskih perioda.

Razvitak eluvijalnih i iluvijalnih podhorizonata odigrava se postepeno. Na matičnom supstratu vegetacija odlaže svake godine,

ili periodički, dio svojih mrtvih zelenih organa, i tako s vremenom razvija prirodni organski podhorizont tla (A_0). Ovaj mrtvi organski supstrat naseljuju bezbrojni heterotrofni organizmi, prvenstveno bakterije i gljive, koji mrtvu tvar rastvaraju na jednostavnije organske i najjednostavnije anorganske spojeve, iz kojih je i postala. Ugljikohidrati se rastvaraju od česti potpuno na CO_2 i vodu, a djelomično na organske kiseline, vodik, metan i t. d. Relativno najpostojaniji jest lignin, koji se nagomilava u znatnoj mjeri. Dušikovi spojevi rastvaraju se postepeno preko različitih alifatskih i aromatskih kiselina na najjednostavnije spojeve, kao što su amonijak, voda, ugljični dvokis i sumporovodik, dok se fosforni organski spojevi mineraliziraju na ortofosfornu kiselinu, koja s bazama tla tvori fosfate.

Jednom riječju, već u podhorizontu A_0 tvori se cio niz kemijski aktivnih supstancija. Voda oborina, koja se već putem kroz atmosferu nešto okiselila, dospjevši u podhorizont A_0 znatno pojačava svoju kemijsku aktivnost. Otapa i hidrolitski troši sve mineralne čestice tla, koje se trošiti dadu, prevodi ih u angstremske i koloidne disperzije, a zatim odvlači u dublje slojeve tla, gdje ih od česti taloži a od česti iz tla odnosi. Na taj se način razvijaju eluvijalni podhorizonti osiromašeni pomenutim disperzijama, te iluvijalni podhorizonti obogaćeni materijama eluvijalnog horizonta.

Najdublji trag ostavljaju podzologenetski procesi u koloidnom kompleksu. To je razumljivo kad se zna, da koloidne mase tla, u poredbi sa grubim disperzijama (skeletnim, pjeskovitim i praškastim) imaju mnogo hiljada puta veću površinu. Koloidne su čestice tla (micele, kojih se veličina kreće od 0,1 μ do 1 μμ) one osnovne jedinice tla, u kojima se zbivaju najvažniji fizikalno-kemijski procesi, kojih promjene dovode do najznačajnijih promjena prirodnih svojstava tala. Takva je uloga koloidnih čestica uvjetovana njihovim fizikalno-kemijskim osobinama, odnosno fizikalno-kemijskom građom. One se sastoje iz više-manje stabilnog dijela t. zv. jezgre ili kristalne mreže, te dvostrukog sloja ijona, koji jezgru opkoljuju: unutarnjeg, jače vezanog, koji određuje naboj ultramikrona i vanjskog, labilnijeg, oprečnog električnog naboja, koji je sposoban zamjene. Micelarni ijoni (jezgra s unutarnjim slojem ijona) nosioci su pozitivnog ili negativnog električnog naboja. Vanjski sloj ijona može biti potiskivan drugim ijonima. Koloidni kompleks tla ima jezgru mineralnu i organsku. Mineralna jezgra tih čestica izgrađena je vjerojatno iz kremične kiseline, aluminijskog hidroksida, alumosilikata i t. d., dok na izgradnji organske jezgre učestvuju huminske kiseline, neke proteinske tvari i mikroorganizmi koloidnih dimenzija. Koloidna čestica jednog podzoliranog tla mogla bi se shematski prikazati ovako:



Sl. 1. Shematski prikaz koloidne čestice podzoliranog tla

Sva raznolikost velikih sistematskih skupina tala najjasnije se odražava u građi njihova koloidnog (adsorpcijskog) kompleksa, pa je stoga ruski istraživač *Gedroic* zasnovao svoj sistem klasifikacije tala na svojstvima koloidnog kompleksa tala. Podzole ubraja *Gedroic* u skupinu bazama nezasićenih tala, t. j. takvih, koja u adsorpcijskom kompleksu sadržavaju vodikove ijone.

Vodikovi ijoni vode oborina potiskuju baze s površine adsorpcijskog kompleksa eluvijalnog horizonta tla i zauzimaju njihovo mjesto. Što je koncentracija vodikovih ijona veća, a tlo bazama siromašnije, to je zasićivanje adsorpcijskog kompleksa vodikom brže.

Zasićivanjem a. kompleksa vodikovim ijonima smanjuje se njegova stabilnost, dolazi do hidrolitskog cijepanja njegove jezgre i raspadanja čestica.

Rad vodenih otopina na potiskivanju baza iz adsorpcijskog kompleksa teče trajno, iako kadkad sporo. Ma da je koncentracija vodikovih ijona prilično niska, njihov je broj velik, jer u podzolasta tla dospijevaju velike količine vode oborina (na naše podzole padne godišnje oko 8—35 milijuna litara vode po hektaru). Kroz vjekove uspijeva im potisnuti sve ili bar dio baza iz a. kompleksa. U početku podzologenetskih procesa posao je vodikovih ijona oko potiskivanja baza to teži, što ima više slobodnih baza u tlu; slobodne baze sprečavaju naime ulazak vodikovih ijona u adsorpcijski kompleks. Taj je posao naročito težak onda, kada se u tlu nalaze karbonati kalcija ili magnezija. Jer, ako koncetracija vodikovih ijona ugljične kiseline tla iznosi 10^{-5} g H-ijona u 1 litri, otopit će se $CaCO_3$ u takvoj sredini u tolikoj mjeri, da će koncentracija Ca-ijona iznositi $5 . 10^{-1}$ u 1 litri, t. j. bit će 50.000 puta veća od

koncentracije H-ijona. Razumljivo je, da će Ca-ijoni u tom slučaju moći potpuno zaštititi adsorpcijski kompleks od vodikovih ijona.

Sad ćemo razumjeti, zašto na laporastim supstratima Hrvatske, a u zoni podzola, ne nalazimo podzole već žućkasto-siva karbonatna tla. Kalcijski karbonat lapora suzbija procese podzolizacije; dakako samo na ograničeno vrijeme. Skoro u čitavoj kontinentalnoj Hrvatskoj postoji tendencija podzolizacije, uvjetovana dvjema osnovnim skupinama pedogenetskih faktora: klimskim i vegetacijskim.

Za jačih kiša jedan se dio Ca iz eluvijalnih horizonata ispire, pa tako površinski horizonti tokom dugih perioda trajno siromaše na kalciju. I dok se vodikovi ijoni trajno obnavljaju u površinskim slojevima kišom i kiselinama nastalim biologijskim procesima, dotle se isprani kalcij više ne vraća u površinski horizont tla, osim u neznatnoj mjeri biologijskim putem (sorpcijom putem korijenja). Zato vodikovi ijoni na koncu ipak pobjeđuju u svim humidnim područjima i zauzimaju mjesto baza u adsorpcijskom kompleksu tla. Ta borba između vodikovih ijona i baza traje često veoma dugo, a tim dulje, što je matični supstrat bazama bogatiji, a intenzitet podzologenetskih procesa slabiji.

U Hrvatskoj imamo najrazličitija podzolasta tla, koja bi po zasićenosti adsorpcijskog kompleksa bazama mogli podijeliti na tri skupine:

1. *slabo podzolirana tla,* kojih zasićenost adsorpcijskog kompleksa eluvijalnog horizonta bazama (V) iznosi više od 60%;

2. *umjereno podzolirana tla,* kojih V eluvijalnog horizonta iznosi 30—60% i

3. *jako podzolirana tla,* kojih V iznosi manje od 35%.

Iako intenzitet podzologenetskih faktora raste u kontinentalnoj Hrvatskoj od istoka i sjeveroistoka (Srijema i Baranje) prema jugozapadu i sjeverozapadu (Lici i Gorskom Kotaru), ipak se može reći, da jako podzolirana tla dolaze samo u zapadnom, a slabo podzolirana samo u istočnom dijelu Hrvatske. Stupanj podzolizacije ovisi kako o jakosti aktivnih podzologenetskih faktora, tako i o prirodi pasivnih pedogenetskih faktora, koji često na malim površinama znatno variraju; u istim klimskim prilikama podzol će se brže razviti na granitu ili gnajsu, nego na vapnencu. Ali i vrijeme podzolizacije odlučan je faktor; na starijim sedimentima stupanj je podzolizacije viši nego na mlađim sedimentima slične kemijske odnosno mineralogijske građe. Utjecaj klime ipak je toliko odlučan, da se u istočnoj polovici Hrvatske u velikom prosjeku razvijaju tla slabije podzolirana nego u zapadnoj polovici.

Geologijski supstrat, na kojem se razvijaju podzoli Hrvatske, dosta je šarolik. Najtipičnije podzole nalazimo na nekarbonatnim diluvijalnim sedimentima, koji su u Hrvatskoj dosta rasprostranjeni.

Na karbonatnim diluvijalnim stratima, poglavito na praporu, samo se mjestimice (Bilo-gora) opažaju početci podzolizacije.

Podzoli se razvijaju i na svim eruptivnim stijenama, te na metamorfnom kamenju (gnajsu, škriljavcima i sl.), kao i na mnogim tvrdim vapnencima Krša, gdje produkti kemijskog trošenja vapnenca tvore deblje naslage (deluvijalni podzoli na obroncima).

Na mekim vapnenim stratima, eocenskim, pliocenskim i miocenskim laporima, sarmatskim vapnencima i litavcima, podzolasta tla nikada ne nalazimo.

Prirodna vegetacija podzolastih tala obično je šuma. U srednjoj su Hrvatskoj slabo do umjereno podzolirana tla obrasla u glavnom asocijacijom Querceto-Carpinetum erythronietosum croaticum, a jače podzolirana tla asocijacijom Querceto-Castanetum croaticum *(Horvat).* U jugozapadnoj i sjeverozapadnoj Hrvatskoj (Velikoj i Maloj Kapeli, Velebitu i Gorskom Kotaru) nalazimo podzolasta tla pod smrekovom šumom Picetum excelsae croaticum *(Horvat),* ali često i pod brdskom bukovom šumom (Fagetum croaticum montanum) i miješanom šumom bukve i jele (Fagetum croaticum abietosum). Pod ovim posljednjim dvjema asocijacijama tla su najčešće plitka, skeletna, pa se podzolizacija nalazi obično u inicijalnom stadiju.

Velika različnost pedogenetskih faktora razlogom je razvitka morfologijski vrlo šarolikih podzolastih tala; na ovom mjestu nije moguće opisivati sva ta tla, pa ću se ograničiti na prikaz fiziografije triju različito podzoliranih tala i to: jednog jako podzoliranog tla iz Čazme u Moslavini, umjereno podzoliranog tla iz Kipišća kod Oroslavlja, i slabo podzoliranog tla iz Đurmanca u Hrvatskom Zagorju. Prikazat ću najprije morfologijska svojstva svakog profila, sadržinu baza u adsorpcijskom kompleksu (S), stupanj zasićenosti adsorp. kompleksa bazama (V), reakciju (pH), te sadržinu humusa.

JAKO PODZOLIRANO TLO, ČAZMA (MOSLAVINA)

Profil otvoren na obronku grabove šume kod Grabovnice nedaleko od Čazme. Matični supstrat, na kome se tlo razvija, jest granit. Iako je profil razmjerno dosta plitak, ipak se na njemu mogu razabrati jasni znakovi podzolizacije.

A_0 Sloj listinca graba i breze, debljine jedva 1—2 cm.

A_1 Tamnosiva, slabo do umjereno humozna ilovača sitno grudičaste strukture ide do dubine od 5 cm, na što boja postaje nešto svjetlija. Od 12 cm počinje

A_2 podhorizont sivkasto-žućkaste, slabo strukturne ilovače siromašne humusom; ide do 25 cm, na što se u

A_2B_1 pojavljuje nešto zbijenija glinasto-pjeskovita ilovača, prošarana svjetlosmeđim pjegama i rđastim mrljama željeznog hidroksida.

B_1 Od 30 cm smeđe i rđaste pjege sve su obilnije; javljaju se i bjelkasto-zelenkasti do žućkasti miceliji amorfne kremične kiseline, uprljane mjestimice hidroksidom željeza.

C U dubljini od 90 ili 100 cm počinje matični supstrat — granit, koji je u svom gornjem dijelu rastrošen na grubo disperzne (pjeskovite) čestice.

Ovaj profil ima prilično izražena morfologijska svojstva, dok mu kemijska svojstva jasno odaju pripadnost skupini izrazito podzolastih tala, kao što se to

vidi iz priložene tablice. Veoma je značajna niska sadržina baza u A_2, kao i minimum zasićenosti adsorpcijskog kompleksa bazama u tome podhorizontu. Adsorpcijski kompleks A-horizonta najvećim je dijelom zasićen vodikovim ijonima.

UMJERENO PODZOLIRANO TLO, KIPIŠĆE (HRVATSKO ZAGORJE)

Profil otvoren u diluvijalnom, ravnom terenu, obraslom travnjačkom vegetacijom (dominiraju Holcus lanatus, Agrostis vulgaris, Lotus corniculatus, Molinia coerulea i Festuca capillosa uz neke druge acidofilne biljke).

U području Kipišća padne oko 900 mm oborina godišnje, dok prosječna godišnja toplina iznosi oko 11° C; spada dakle u područje humidne klime. Eluvijalni i iluvijalni horizont ovoga tla dobro su morfologijski izraženi. Profil pokazuje ovakva morfologijska svojstva:

A_1 Tamnosiva glinasta ilovača, praškaste do sitnogrudaste strukturne građe prorasla nagusto korijenjem livadne vegetacije, obiluje kanalima Lumbricida. Od 25 cm počinje podhorizont

A_2 bljedosive glinaste ilovače, koje već u dubini od 35 ili 40 cm prelazi u prelazni podhorizont

A_2B_1 koji u svome gornjem dijelu sadržava nešto tamnih konkrecija i rđavih mrlja. S porastom dubine prelazi u

B_1 iluvijalni podhorizont izgrađen iz žućkastosive zbijene ilovaste gline, prizmatičke strukture, bogat konkrecijama čačka. Od 90 cm počinje sloj

B_2 izgrađen iz gline, u kojoj su uprskane brojne konkrecije čaglja, veličine graška do lješnjaka; mnogo rđastih i sivo-zelenkastih mrlja i micelija šara ovaj dio iluvijalnog horizonta.

Za ovo je umjereno podzolirano tlo značajno, da u eluvijalnom horizontu adsorpcijski kompleks sadržava više baza nego jako podzolirano iz Čazme, te da je stupanj zasićenosti toga kompleksa u tlu Kipišća znatno viši.

SLABO PODZOLIRANO TLO, ĐURMANEC (HRVATSKO ZAGORJE)

Profil otvoren na brežuljkastom livadnom terenu izgrađenom iz oligocenskih naslaga (sotzka-slojevi) pokazuje ovakva morfologijska svojstva:

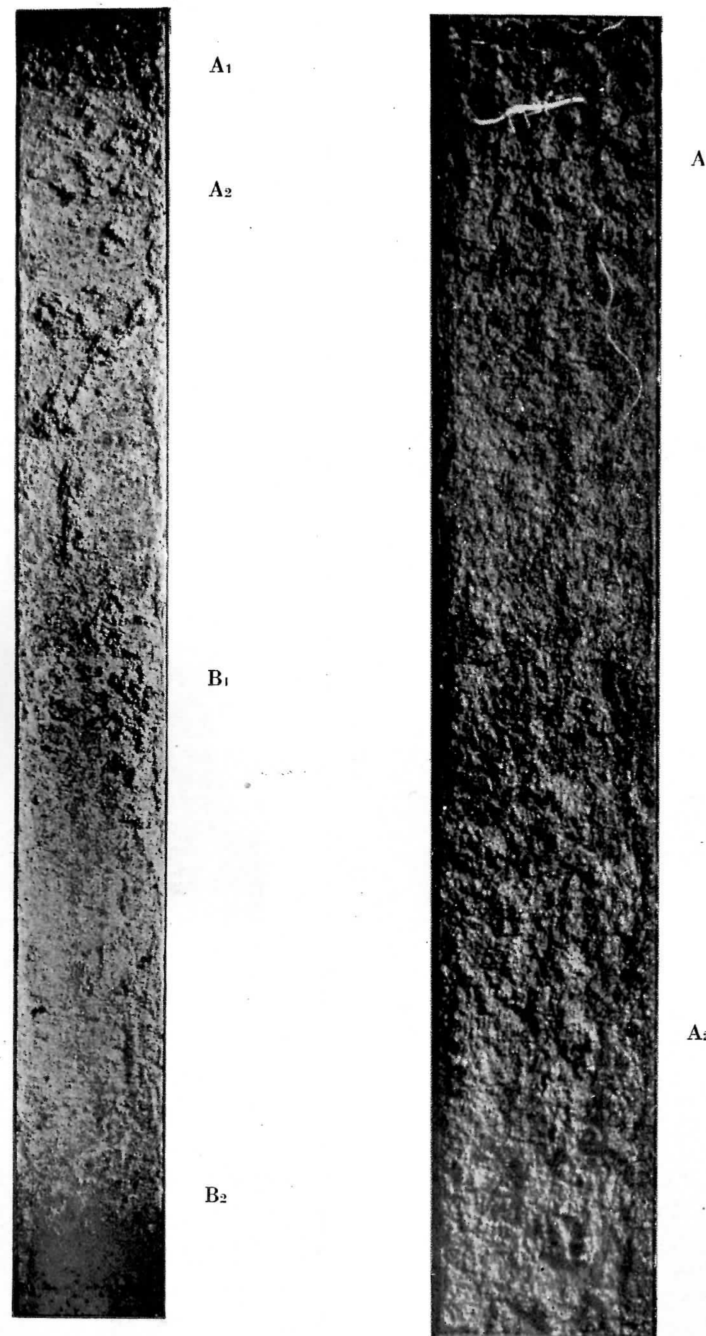
A_1 Površinski podhorizont glinaste pjeskulje, u gornjem dijelu tamnije, u donjem svjetlije sivkast, porastao nagusto korijenjem trava, sitno grudaste strukturne građe, ide do dubine od cca 11 cm. Dolazi

A_2 svjetlo-sivkasto-žuta glinasta pjeskulja neizražene strukturne građe, siromašna humusom, seže do dubine od cca 20 cm. Prelazi postepeno u

B_1 izgrađen iz žute glinasto-ilovaste pjeskulje, rđaste nijanse; nema sekundarnih pedogenetskih tvorevina karakterističnih za podzolasta tla, koje bi se dale lako uočiti. Iako nešto grublje disperzne građe, ipak je tlo kompaktno i zbijeno. Ide do dubine od oko 70 cm, na što počinje

C— horizont matičnog supstrata. To je slabo rastrošeni, dosta tvrdi pješčenjak sotzka-slojeva. U gornjem dijelu, po prilici do 85 cm dubine, nešto je jače rastrošen (BC).

Po bogatstvu adsorpcijskog kompleksa tla na bazama, a naročito po stupnju zasićenosti toga kompleksa eluvijalnog horizonta bazama (V iznosi oko 80%) može se zaključiti, da se radi o vrlo slabo podzoliranom tlu.



1. Umjereno podzolirano tlo (Maksimir).

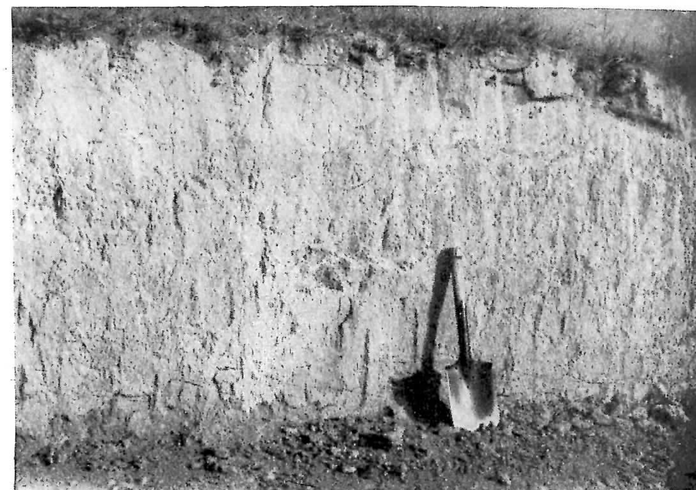
2. Černozem (Žabalj, Bačka).



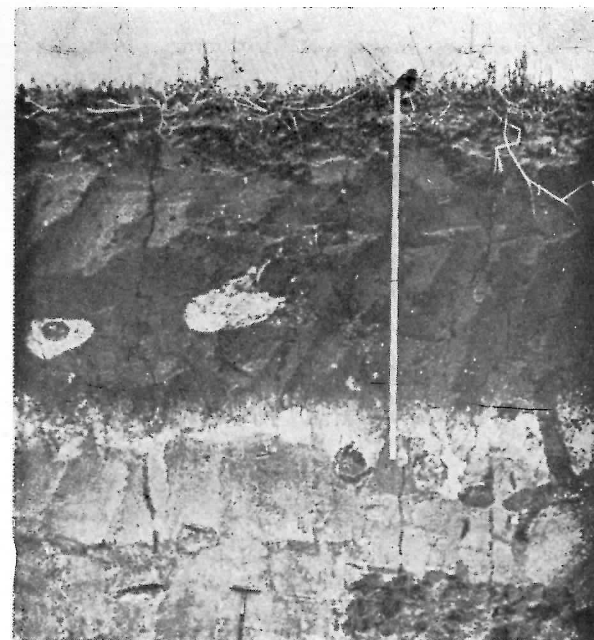
1. *Profil crvenice.*



2. *Profil rendzine (M. Kapela).*



1. *Umjereno podzolirano tlo u Dubravi (Zagreb).*
(Tloznanstveni zavod Sveučilišta, Zagreb).

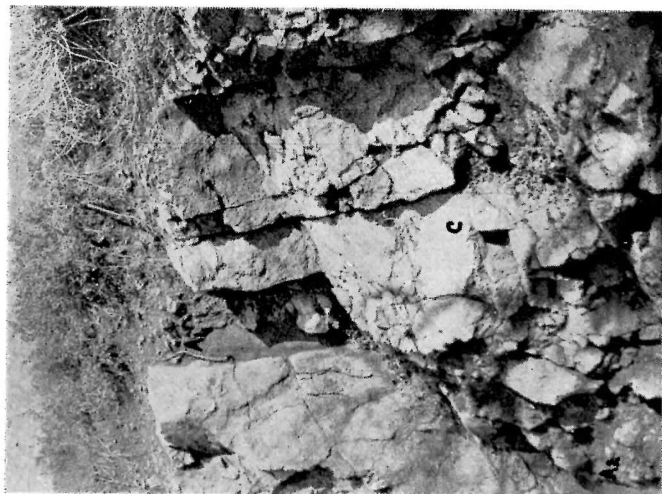


Snimio V. Hobenstein

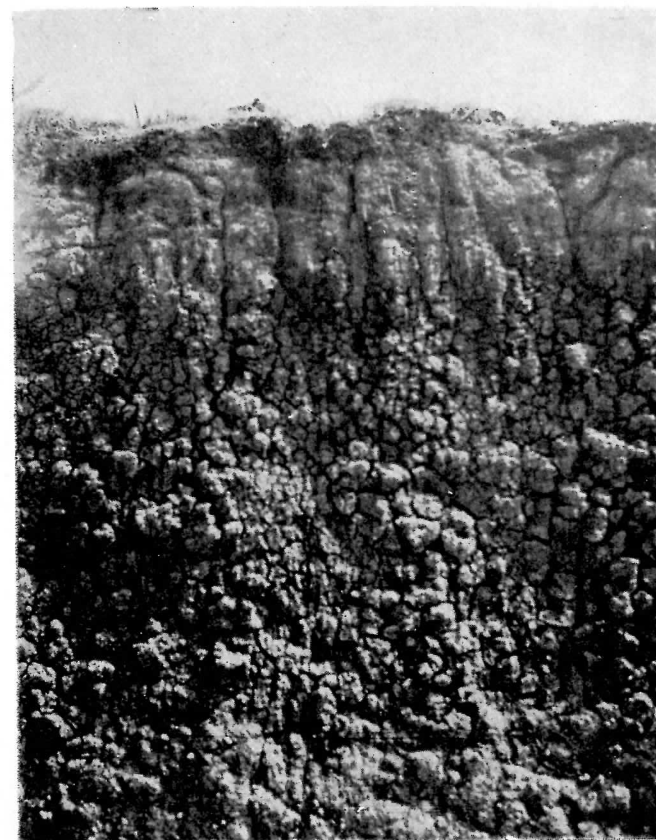
2. *Profil črnozema (Olvenstedt, Marburg).*



2. *Rendzina na diluvijalnim stratima (Grobničko polje).*



1. *Degradirana crvenica (Senj).*



Snimio prof. Arany

1. *Slatinasto tlo Panonske nizine.*



Snimio V. Novak

2. *Zasoljena grančica bora (Pinus halepensis) nakon posolice 1929.*



1. *Vanjska morfologija džomba (Šašinovec kraj Zagreba).*



2. *Ljetni facies profila džombastog tla.*

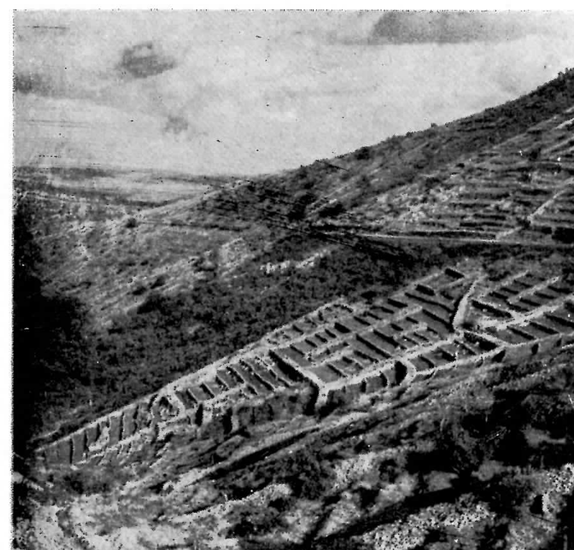


3. *Profil skeletnog tla.*

(Tloznanstveni zavod Sveučilišta, Zagreb).



1. *Antropogena crnica (Nerežišće, otok Brač).*



2. *Antropomorfna tla terasa (Starigrad, otok Hvar).*

(Tloznanstveni zavod Sveučilišta, Zagreb).



1. *Kamenjara.*



Snimio F. Šandor

2. *Živi pijesak kod Đurđevca. Na lijevoj strani slike: pokušaj, da se vegetacijom pijesak veže.*

(Tloznanstveni zavod Sveučilišta, Zagreb).

Oznaka tla	Horizont od cm	Genetska oznaka horizonta	Stupanj zasićenosti adsorp. komple-ksa bazama V%	Sadržina baza u adsorp. komple-ksu u mgekv S	Reakcija pH u H_2O	Reakcija pH u n-KCl	Sadržina humusa u %
Jako podzolirano tlo, Čazma-Moslavina	3—6	A_1	31,06	6,23	4,87	3,48	2,92
	13—18	A_2	15,82	3,47	4,97	3,43	1,03
	22—28	A_2B_1	19,63	4,89	4,96	3,60	0,57
	35—45	B_1A_3	36,41	7,81	5,06	3,64	0,29
II. Umjereno podzolirano tlo, Kipišće-Hrvatsko Zagorje	0—20	A_1	53,77	8,91	5,89	4,27	2,12
	30—35	A_2	55,29	7,42	5,45	4,20	0,77
	45—70	A_2B_1	60,02	11,80	5,45	3,92	0,34
	100—150	B_1	85,63	21,39	5,97	4,77	0,26
III. Slabo podzolirano tlo, Đurmanec-Hrvatsko Zagorje	2—8	A_2	80,46	19,27	6,01	5,03	2,87
	15—20	A_1	85,84	16,19	5,95	4,66	0,59
	36—43	B_2	83,57	21,31	5,73	4,14	0,02
	70—85	B/C	85,29	24,17	5,50	3,53	—,—

U svim se podzolastim tlima premještaju koloidne čestice (čestice manje od 0,002 mm) iz viših horizonata u niže. Zasićenost adsorpcijskog kompleksa bazama najmanja je u eluvijalnom horizontu izrazitih podzola, a najveća kod slabo podzoliranih tala.

Svi su podzoli kisela tla, siromašna bazama i hranivima uopće. Njihovu proizvodnu snagu moguće je znatno podići kulturnim mjerama. Jako podzolirana tla mogu se meliorirati intenzivnom kalcifikacijom, nitrogenizacijom, sulfurizacijom i fosfatizacijom, dok je prvotna mjera melioracije slabo podzoliranih tala najčešće nitrogenizacija.

Podzolasta tla ravnog reljefa genetski su povezana s podzolasto-barskim tlima depresija s jedne i skeletno podzolastim tlima s druge strane. U prirodnoj sukcesiji depresija vežu se podzolasto-barska tla na izrazito barska, dok se u sukcesiji vertikalnih zona skeletno-podzolasta tla nadovezuju na podzolaste planinske crnice.

2. DEGRADIRANI ČRNOZEM

U istočnom dijelu Hrvatske prelaze slabo podzolirane pepeljuše ili smeđa tla Slavonije u degradirane črnozeme Srijema. Smjerom prema istoku vlažnost podneblja postaje sve slabija i sve se jače očituje utjecaj stepske klime. Dok u Zagrebu, dakle u području umjereno podzoliranih tala, padne oko 900 mm oborina godišnje, padne u Đakovu oko 800 mm, u Osijeku oko 710 mm, u Vinkovcima 640 mm, a u Zemunu oko 620 mm. Uporedo sa smanjenjem oborina slabe procesi eluvijacije, acidifikacije, a po tome i podzolacije, tako, da se u zapadnom Srijemu pojavljuju već degradirani črnozemi, među kojima ima i nešto rastrušenih pravih črnozema. Stepska klima, koja s istoka i sjeveroistoka iz Rusije prodire u Panonsku ravnicu, pa i u istočnu Hrvatsku, pogoduje razvitku tipa tla sličnog črnozemu.

Črnozem je tip tla semiaridne, kontinentalne klime, koja se odlikuje vrućim ljetom, niskim godišnjim oborinama i oštrom zimom. Kišni faktor zone evropskog črnozema iznosi 40—70. Područje črnozema prostire se na jugu od Crnog mora preko sjeverne Bugarske, ulazi u Panonsku nizinu i ide dalje u Rusiju, u čijem se zapadnom dijelu uspinje do 45^0, a u istočnom sve do 57^0 sjeverne širine; na jugu dopire do Azovskog mora. U Rusiji zaprema črnozem površinu od oko dva i pol milijuna četvornih kilometara.

Razvija se na različitim geologijskim supstratima, no najčešće na praporu (lesu) pod stepskom vegetacijom.

Odlikuje se vrlo karakterističnim morfologijskim svojstvima. Na profilu se dadu razlikovati dva oštro diferencirana horizonta: gornji, *tamni ili crni horizont A*, bogat humusom, i donji svijetli, obično *žućkasto-siv* ili *sivo-žućkast*, siromašan humusom, izgrađen skoro isključivo iz čestica mineralnih *(C-horizont)*. Tamna boja A-horizonta potječe od humusnih tvari, kojih u črnozemu može biti znatna količina; u centralnom ruskom črnozemu ima oko 10—13% humusa, u sjevernom 4—6%, južnom 6—10%, a u našem srijemskom 3—4%. Humus črnozema ima i naročita svojstva, po kojima se razlikuje od humusa barskih močvarnih crnica ili humusa podzoliranih crnica; on je naime bazama zasićen, za razliku od humusa spomenutih tala, koji je obično zasićen vodikovim ijonima.

Debljina A-horizonta iznosi oko 55—100 cm. Teksture je ponajčešće ilovaste do pjeskovito-ilovaste, a strukture mrvičaste do orašaste. U donjem dijelu ovog horizonta nailazimo često na brojne bijele micelije kalcijskog karbonata, koji je ispran iz površinskog horizonta i ovdje staložen.

Život u črnozemu veoma je intenzivan. U svakom gramu tla živi mnogo milijuna mikroorganizama, prvenstveno bakterija; pored toga zastupani su obilno i mnogi drugi predstavnici flore i faune (edafona). Odlična fizikalna svojstva, visok kapacitet za vodu i zrak, bogatstvo na humusu i fiziologijski aktivnim hranivima,

kao i intenzivan mikrobiologijski život, čine črnozem jednim od najplodnijih tipova tla.

O postanku črnozema ima mnogo hipoteza. Glasoviti je ruski fizičar i kemičar *Lomonosov* smatrao, da je črnozem nastao nagomilavanjem humificiranih biljnih i životinjskih tjelesa u jezerima, dok je po drugima (kao *Murchisonu* i *Pallasu*) morskog podrijetla. Tek je istraživanjima poznatog ruskog pedologa *Dokučajeva* dokazano, da črnozem nije reliktno već recentno tlo, koje svoj postanak zahvaljuje naročitim klimskim prilikama, što u području njegova rasprostranjenja vladaju. Toplo proljeće sa mnogo vlage, omogućuje vegetaciji vrlo bujan razvitak i proizvodnju velike količine organske tvari; žarko i suho ljeto ograničava sintezu organske tvari u zelenim stanicama stepske vegetacije, te sušenjem površinskih slojeva tla brzo obustavlja rad mikroorganizama, razarača mrtve organske tvari. Posljedica je toga, da se u tlu proizvede više organske tvari, nego što je mikroorganizmi mogu rastvoriti, tlo se postepeno humizira i poprima onu tamnu boju, koja je za črnozem značajna. Jesen je kratka, a zima oštra i duga, pa u njoj nema ni proizvodnje ni mikrobiologijskog rastvaranja organskih tvari.

Kako je količina oborina u zoni črnozema dosta malena (350—500 mm godišnje), navlaživanje je prilično slabo, a ispiranje i premještanje soli i koloidnih čestica tla prilično ograničeno. Dio lako topivih soli, koji se za kišnog vremena ispere iz površinskih slojeva, djelomice se u njih opet vraća nakon kiše kapilarnim putem. Zato je črnozem bogat bazama, a reakcija mu je neutralna do slabo alkalična. Iz A_1 ispire se malo po malo kalcijski karbonat i taloži u A_2 ili AC-horizontu; u humoznom A_1 tvori se naime mnogo ugljične kiseline, pak se $CaCO_3$ njenim utjecajem pretvara u pokretljiviji bikarbonat $Ca(HCO_3)_2$, koji u dubljim slojevima, uslijed smanjenja koncentracije ugljične kiseline, opet prelazi u kalcijski karbonat i kao takav se taloži u obliku bijelih konkrecija, micelija i sl.

Ako stepsku vegetaciju črnozemnog područja zamijeni šuma, onda se povećava humiditet površinskog sloja pedosfere, pa se iz črnozema počinje razvijati njemu sličan, ali vlažniji tip, koji zovemo *degradirani črnozem*. Uslijed povećane vlažnosti, kakva je na primjer u semihumidnim područjima, ispere se iz A-horizonta črnozema više baza, nego što se može vratiti kapilarnim usponom. Posljedica je toga, da se znatno mijenjaju kemijska odnosno fizikalno-kemijska svojstva tla; vodikovi ijoni, koji se tvore prilikom rastvaranja organskih tvari ili pojavljuju uslijed tvorbe ugljične kiseline, vode borbu s bazama u adsorpcijskom kompleksu. U poluvlažnoj klimi, kakova vlada u području degradiranih črnozema, posao je vodikovih ijona veoma težak, jer se baze prilično sporo ispiru. Ipak se na profilu degradiranog črnozema mogu opaziti tipični znakovi degradacije: podhorizont A_1 obično je nešto svjetlije tamne boje, praškaste do sitno grudičaste strukture građe,

te ima manje stabilne strukturne agregate nego černozem. Podhorizont A_2 znatno je zbijeniji nego isti horizont černozema, manje propustan za vodu, pa je uslijed toga cio profil razmjerno vlažniji. Uslijed povećane vlažnosti kalcijski se karbonat jače ispire, a koloidne disperzije jače premještaju u dublje slojeve; po malo se razvija eluvijalni horizont, koji se kod starijih degradiranih černozema dade lako zamijetiti već na prvi pogled.

Pravi černozem, ali relativno siromašan humusom (3—4%), nalazimo u Srijemu samo mjestimice, na sušim terenima oko Vukovara, Šida, Mitrovice, Rume, Stare Pazove i Zemuna. Ovaj černozem ima smeđotamnu boju A-horizonta u suhom, odnosno crnu u vlažnom stanju. Reakcija A-horizonta obično je slabo alkalična (pH 7,2—7,5), radi bogatstva na $CaCO_3$. Tekstura mu je ponajčešće pjeskovito ilovasta, a fizikalna svojstva povoljna (s gledišta ekologijskog) radi strukturne građe koja je u A-horizontu sitno mrvičasta do orašasta i postojana (stabilna). Upravo radi takovih fizikalnih svojstava i bogatstva na $CaCO_3$, naš se černozem teško degradira, unatoč tomu, što je klima semihumidna.

Degradirani černozemi Srijema ponajčešće su u A_1-horizontu neutralni do slabo kiseli (pH 6,5—7,0). Teksturna im je građa nešto finije disperzna, ilovasta; A_2 bogatiji je grubo koloidnim česticama (<0,002 mm) od A_1, što svjedoči, da se ove čestice ispiru. Stabilnost strukturnih agregata manja je nego kod pravog černozema. Zahvaljujući ovakvim fizikalnim svojstvima degradirani černozemi nešto su vlažniji pa su i hranivima siromašniji od černozema.

Degradirani černozemi Srijema genetski su vezani na istoku i sjeveroistoku s bačkim i banatskim černozemima, a na zapadu sa slavonskim slabo podzoliranim (odn. smeđim) tlima. U depresijama vlastitog područja degradirani černozemi prelaze ponajčešće u barska tla.

3. CRVENICE

Na području primorskog (litoralnog), a u manjoj mjeri i kontinentalnoga Krša, prilično su rasprostranjene t. zv. *crvenice* (crljenice, terrae rossae), pod kojima razumijevamo tla crvene boje, ili barem izrazito crvene nijanse. Nalazimo ih mjestimice i izvan krškog područja na vapnenim supstratima. Pojavljuju se sad na samoj površini pedosfere, sad opet izgrađuju njezine dublje slojeve. Razlikuju se međusobno po intenzitetu crvene boje ili nijanse, po kemijskim i fiziografijskim osobinama, a osobito po sadanjem načinu života. Sve crvenice nisu dakle jednake.

Dijelimo ih na dvije velike skupine: *zonalne* i *ekstrazonalne*. Zonalne su sve one crvenice, koje se nalaze odnosno razvijaju u područjima, u kojima je rubifikacija tipski pedogenetski proces. Sve crvenice izvan područja rubifikacije, t. j. izvan klimazonalnog područja rasprostranjenja, nazivamo *ekstrazonalnim*.

Najveći dio hrvatskih crvenica pripada skupini ekstrazonalnih tala, a samo mali broj može se ubrojiti među prave zonalne crvenice. Klimske prilike na najvećem dijelu kontinentalne Hrvatske, kao i na dobrom dijelu primorske Hrvatske, ne pogoduju razvitku crvenice. Zonalne crvenice tipovi su tla mediteranske klime, koja je karakterizirana alternacijom suhog ljeta s toplom kišnom zimom. Prosječna godišnja toplina u području zonalnih crvenica kreće se između 14—19° C; kišni faktor leži između 30—60.

Kako u predjelima ekstrazonalnih crvenica vlada danas klima, koja se znatno razlikuje od mediteranske, zaključujemo, da su te crvenice reliktne tvorevine, nastale u davno geologijsko doba, kad je na području kontinentalne Hrvatske vladala mediteranska klima. Ali i najveći dio zonalnih crvenica možemo smatrati reliktnim pedogenetskim tvorevinama. Evo zašto!

Crvenice Hrvatske nastale su uglavnom kemijskim trošenjem vapnenaca i dolomita, koji su veoma čisti, t. j. oni se sastoje ponajviše iz kalcijskog karbonata, a dolomiti i iz karbonata magnezija; mnogi naši vapnenci sadržavaju od 99,5% $CaCO_3$ *(po Tućanu.)* Pored karbonata nalaze se u ovom kamenju i drugi minerali, kao što su oksidi željeza i aluminija, silicijski dioksid, muskovit, hematit, gips, fluorit, rjeđe amfibol, glinenci, apatit, turmalin i t. d. Utjecajem oborina i njihovih pomagača (CO_2, kiselina i t. d.) karbonati se otapaju i ispiru, a zaostaju minerali ili produkti njihova trošenja, koji teško tvore molekularne otopine. Kalcijski karbonat, koji je teško topiv, pretvara se utjecajem vode zasićene ugljičnim dvokisom u topiviji kalcijski bikarbonat. Bikarbonati kalcija i magnezija odlaze s cijednom vodom kroz pukotine stijena u podzemne tokove, a odatle nadzemnim ili podzemnim vodotocima u jezera i mora. Na rastrošenim stijenama i u njihovim pukotinama zaostaje netopivi ostatak smjese različitih minerala. U mediteranskoj klimi prevladava u koloidnom dijelu toga ostatka aluminijski hidroksid, sporogelit $Al_2O_3.xH_2O$, dalje Fe_2O_3 odnosno $Fe_2O_3.xH_2O$, te nešto $SiO_2.xH_2O$.

Trebalo je mnogo stotina hiljada godina pa da iz vapnenčevih i dolomitnih masiva našega Krša nastanu one crvenice, koje još i danas ispunjavaju depresije mnogih naših primorskih polja, pukotine stijena i dublje horizonte mnogih krških tala. Grubu sliku dužine toga vremena neka nam pruži kratko razmatranje razvitka tala na području Senja. Predpostavimo li, da senjski vapnenci sadržavaju oko 99,5% $CaCO_3$, da u Senju padne godišnje 1583 mm oborina, t. j. 15,830.000 litara na 1 ha, te da se u 100 ccm čiste vode otopi oko 0,003 gr $CaCO_3$, onda bi se na svakom hektaru Senja otopilo godišnje oko 475 kg $CaCO_3$ vapnenca, a zaostalo bi oko 2,4 kg netopivog ostatka, sitnog tla. Trebalo bi dakle za razvitak sloja tla debljine 35 cm, uz pretpostavku da je 1 ha tla do te dubljine težak 4,000.000 kg, ništa manje od 1,666.666 godina. — Kada bi voda oborina bila zasićena ugljičnom kiselinom, kao

što često biva pod vegetacijskim pokrovom, tvorba tla tekla bi znatno brže, jer se u 100 ccm takve vode otapa oko 0,13 gr $CaCO_3$. U 15,830.000 litara oborina zasićenih ugljičnom kiselinom otopilo bi se oko 20.580 kg karbonata, a zaostalo bi oko 103 kg sitnog tla. Za razvitak sloja tla debljine 35 cm trebalo bi u ovom slučaju samo 38.830 godina. — Ako međutim uzmemo u obzir, da voda oborina dolazi u dodir sa stijenama vapnenaca i dolomita na razmjerno maloj površini, radi vrlo slabe raspršivosti njihovih masa, te da voda ne ostaje dulje vremena u dodiru sa stijenama, jer se brzo ocjeđuje kroz pukotine i po površini stijena, onda je jasno, da razvitak crvenica iz ovog kamenja mora trajati još mnogo dulje, nego što je prednjim računom predviđeno. Ove činjenice opravdavaju mišljenje, da su *ekstrazonalne crvenice skoro u cijelosti, a zonalne dobrim dijelom reliktnog podrijetla.*

Crvenice se razvijaju uglavnom iz vapnenca i dolomita, ali istraživanja posljednjih godina pokazuju, da proces rubifikacije nije nužno vezan na taj petrografijski supstrat, već da je samo potrebna alkalična sredina. Za vrijeme toplih kišnih perioda (proljetnih, jesenjih, a ev. i zimskih) minerali se vrlo intenzivno hidrolitski troše, dolazi do peptizacije hidroksida željeza i aluminija (koji mijenjaju naboj) u alkaličnoj sredini i do njihove kasnije koagulacije, bilo utjecajem Ca-ijona na prijelazu vlažne u suhu periodu, bilo utjecajem visoke ljetne topline. Koloidni ferihidroksid prelazi koagulacijom u stanje teško reverzibilnog gela; taj ferihidroksid daje tlu crvenu boju odnosno nijansu. Upravo radi teške reverzibilnosti koloidnog ferihidroksida boja je crvenica prilično postojana. Osim toga, ovakav koloidni ferihidroksid teško hidratizira; uslijed navlažavanja bubri, ali ne mijenja znatnije svoja fizikalno-kemijska svojstva.

Mediteranske crvenice odlikuju se alkaličnom do neutralnom reakcijom i siromaštvom na humusu. Uvjeti za nagomilavanje humusa nisu povoljni zahvaljujući klimskim prilikama, koje ljeti ne pogoduju previše proizvodnji, a od jeseni do proljeća opet dosta pogoduju mikrobiologijskom rastvaranju organskih tvari. Ne dolazi ni do nagomilavanja huminskih kiselina, jer su crvenice prilično bogate bazama. Sadržina humusa u mediteranskim crvenicama obično je manja od 2%.

Kakvi su uvjeti za razvitak odnosno opstanak crvenica u Hrvatskoj?

Već u Primorju nisu uvjeti svugdje jednaki. Primorska obala od Rijeke do Senja ima kišni faktor iznad 100, spada dakle u područje humidne klime sa prosječnom godišnjom toplinom od oko 14°. Od Zadra do Splita i na otočju pred tim područjem kišni faktor kreće se između 34—55, a srednja godišnja toplina između 15,5—16,5° C; spada dakle ovo područje u oblast tople aridne do semiaridne klime. Južna Dalmacija ima kišni faktor od 80—90 (približno, a prosječnu godišnju toplinu od oko 16—17° C, pak prema tome ima još topliju semihumidnu klimu.

»Čisti mediteranski oborinski tip ostvaren je u Primorju samo na otocima vrlo maritimnog položaja, kao što je Vis, koji ima izraziti zimski maksimum i ljetni minimum« *(Goldberg)*. Prema tome samo ovo područje mogli bismo smatrati pravom oblasti mediteranskih crvenica (zonalnih). U ostalim krajevima crvenice se više ne bi razvijale kao zonalna tla, dok bi njihove reliktne crvenice morale utjecajem postojećih klimskih prilika degradirati. Zaista procesi degradacije crvenica u različitim pravcima dadu se opaziti u velikom dijelu primorske Hrvatske i u čitavoj kontinentalnoj Hrvatskoj. U primorskoj Hrvatskoj degradacija crvenice ide u smjeru razvitka smeđih tala, dok se u kontinentalnoj Hrvatskoj ponajvećma vrši podzolizacija, a mjestimice i *posmeđivanje* (braunizacija) crvenica.

Reliktne crvenice kontinentalne Hrvatske nužno degradiraju radi jakog humiditeta klime i znatne kemijske aktivnosti cijedne vode. Utjecajem kiselina, koje nastaju rastvaranjem organskih tvari tla, povećava se sposobnost vode da otapa i hidrolitski troši mineralne čestice reliktnih crvenica. Sve lako topive soli voda odnosi iz ovih tala, pa tako s vremenom cijedna voda može u punoj mjeri očitovati svoje razaračko djelovanje. U prvo vrijeme crvenice se uspješno opiru podzolizaciji; kao što je već istaknuto, koloidne čestice ferihidroksida teško se hidratiziraju i prelaze iz stanja zgrušanog u stanje peptizirano. Ali dugim djelovanjem uspijeva huminskim kiselinama da izmijene fizikalno-kemijsko stanje materija, koje je za crvenice karakteristično. Uz to trajnim ispiranjem dolazi i do premještanja koloidnih disperzija iz A-horizonta u dublje slojeve i postepenog razvoja B-horizonta.

Degradacija crvenica teče dakle u početku vrlo sporo; ponajvećma prelaze crvenice najprije u smeđa, zatim žućkasta, a onda tek u pepeljasta tla.

Opis dvaju profila crvenica, jedne zonalne iz Dalmacije, a druge degradirane, ekstrazonalne iz okolice Generalskog Stola, upoznat će nas s morfologijom i nekim drugim fiziografijskim osobinama ovih naših ponajvažnijih predstavnika crvenica odnosno njihovih derivata.

ZONALNA CRVENICA IZ DONJIH POLJICA

Sjeveroistočno od mjesta Visa u visini od oko 120 m nad morem, na terenu zvanom Donje Poljice otvoren je profil diluvijalne crvenice, koja ispunja bazu polja, okruženog turonskim radiolitnim vapnencima. Godišnja količina oborina iznosi ovdje 557 mm, a prosječna godišnja toplina 16,7° C, kišni faktor oko 34.

Profil pokazuje ovakva morfologijska svojstva:

0— 38 cm smeđe glinasto tlo, crvenkaste nijanse, prilično stabilne sitnomrvičaste strukture; siromašno humusom. Reakcija na $CaCO_3$ negativna; pH 6,82;

38— 90 cm crvenkasto-smeđe, zbijenije glinasto tlo, sitnomrvičaste strukture, bogato nekapilarnim šupljikama; siromašno humusom. Reakcija na $CaCO_3$ uglavnom negativna; samo na mjestima, gdje se pojavljuju zrnca kamena, reakcija je pozitivna. pH 7,00;

90—170 cm crveno-smeđe glineno tlo, plastično; u suhom stanju raspada se na sitnomrvičaste do orašaste, oštrobridne agregate, masno sjajne površine; pH 6,84;

170—210 cm bjelkasta do crvenkasto žuta porozna klupa, niske specif. težine, kompaktna; očito se radi o talogu aluminijskog hidroksida. Ispod ovoga kompaktnog sloja slijedi crveno-smeđe tlo, a zatim rudistni vapnenac.

Ova zonalna crvenica predstavlja bez sumnje reliktno tlo, koje uz uvjete sadašnje klime ne mijenja znatnije svoja tipična obilježja. Reakcija je u čitavom profilu skoro neutralna, jer je $CaCO_3$ gotovo potpuno ispran. Analiza solno-kiselog izvatka tla pokazuje, da se aluminij u profilu premješta, dok je željezo prilično stabilno.

Horizont od cm	Topivo u 20%-tnoj HCl SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	K_2O	Na_2O	Topivo u 5% KOH SiO_2	Al_2O_3
5— 30	0,59	6,40	11,97	1,02	1,38	0,17	0,08	0,93	0,35	17,55	1,17
50— 70	0,67	6,20	10,69	0,98	1,19	0,16	0,09	0,82	0,34	15,64	1,27
100—150	0,62	6,79	12,65	0,97	1,46	0,10	0,10	1,02	0,39	19,68	1,35

Veoma je značajno bogatstvo na SiO_2, topivom u 5%-nom kalijskom hidroksidu.

DEGRADIRANA EKSTRAZONALNA CRVENICA (GENERALSKI STOL)

Nedaleko željezničke postaje Generalski Stol, ispod pašnjačke vegetacije (nekad šumski teren) razvija se iz reliktne crvenice tip slabo podzoliranog tla, u kojemu crvenica izgrađuje danas samo jedan njegov horizont. Klima humidna; prosječne godišnje oborine oko 1500 mm, toplina oko 10°. Na profilu tla dadu se razlikovati ovi horizonti:

0— 22 cm sivo-smeđa glinasto-pjeskovita ilovača, sitnomrvičaste do praškaste strukturne građe, prorasla nagusto korijenjem vegetacije, slabo humozna. Reakcija na $CaCO_3$ negativna; pH 6,20.

22— 40 cm rđasta, žućkasto-smeđa, ilovasta glina, mjestimice s uprskanim crnim mrljicama humata, grudičasta, s agregatima poliedričnog oblika. Reakcija na $CaCO_3$ negativna; pH 6,01.

40—110 cm crveno-smeđa, ljepljiva glinasta ilovača, grubo mrvaste poliedrične strukture, masnosjajne površine agregata, mjestimice smeđe i crne konkrecije humata. Reakcija na $CaCO_3$ negativna; pH 6,25.

Ispod ovoga posljednjeg sloja leži rastrošeni rudistni vapnenac. Morfologijska svojstva ovoga profila jasno pokazuju, da se ovdje radi o degradiranoj crvenici, koja utjecajem vladajućih klimatskih i vegetacijskih prilika pretura znatne fizikalne i kemijske promjene, naročito u površinskim slojevima. Crvenica je dakle ovdje matični supstrat, razvijen uz potpuno drukčije klimske prilike, nego što su današnje; utjecajem novih pedogenetskih procesa njen razvoj ide u smjeru razvitka zonalnog tipa ovoga područja: pepeljuše (podzola). Procesi podzolizacije teku međutim prilično sporo, zahvaljujući vanrednoj stabilnosti koloidnog ferihidroksida, koji teško hidratizira i mijenja svoje fizikalno-kemijsko stanje.

Ovakve degradirane crvenice raširene su po čitavom kontinentalnom Kršu; mjestimice, gdje je A-horizont degradirane crvenice erodiran i odnesen, viri na samoj površini pedosfere crvenica kao matični supstrat pa čini dojam, kao da je recentno tlo.

4. SMEĐA PRIMORSKA TLA

Već je istaknuto, da na velikom dijelu primorske Hrvatske ne vlada mediteranska klima, pa da crvenice, prema tome, ne mogu biti zonalni tip ovoga područja; ovdje se naime izmjenjuju maritimne i kontinentalne karakteristike *(Goldberg)* tako, da klima tvori u neku ruku prelazni tip. Slično i tla Primorja tvore prelazni tip između mediteranskih crvenica i kontinentalnih degradiranih crvenica, odnosno izbijeljenih tala.

Zonalnim tipom ovoga područja možemo označiti *smeđa primorska tla* (za razliku od srednjoevropskih), koja se odlikuju smeđom bojom odnosno izrazito smeđom nijansom A-horizonta. Ovaj tip tla javlja se kao posljedica nešto vlažnije i manje tople klime nego što je mediteranska. Ljetni pluviometrijski kvocijent ovdje je znatno veći nego u Mediteranu, pa i to pogoduje procesima *posmeđivanja* (braunizacije), koji se mogu zapaziti na velikim površinama. Posmeđivanje stoji dakle u najužoj vezi s pojačanom hidratizacijom oksida željeza. Vlažnije ljeto omogućuje veću proizvodnju organskih tvari, a nešto hladnija zima opet slabi procese mikrobiologijskog rastvaranja tih tvari u tlu. Posljedica je toga, da se mineralni supstrat jače humizira nego u Mediteranu i poprima uslijed toga tamniju boju.

Posmeđivanje se najbolje opaža na mladim tlima, na pr. ravnijim otočnim kamenjarama, gdje je mineralno sitno tlo više-manje recentna tvorevina. Tamo, gdje su reliktne crvenice matični supstrat, razvijaju se smeđa tla nešto polaganije, s razloga već istaknute postojanosti crvene boje crvenica; ipak srećemo i tu ponajčešće smeđi A_1, a često i podhorizont A_2.

Sadržina humusa u A-horizontu kreće se obično između 2,5—4,5%. Reakcija je najčešće slabo kisela do neutralna. Sadržina SiO_2 topivog u 5%-tnom KOH znatno je manja nego u crvenicama, ali veća nego u podzolima.

	Podrijetlo tla Pag-Pečane 2—15 cm	Senjska draga 0—12 cm
Humus u %	4,58	2,47
Dušik (N) u %	0,52	0,16
pH u H_2O	6,60	6,90

Smeđa primorska tla genetski su vezana s jedne strane s mediteranskim crvenicama, a s druge sa crnicama planinskih vrhova (Senjskog bila, Kapele, Velebita, Dinare i t. d.); smjerom prema Mediteranu smanjuje se stupanj humizacije, a pojačava rubifikacija, dok smjerom prema planinskim vrhovima, s porastom nadmorske visine, humizacija raste, pa tla poprimaju sve zagasitije-smeđu, a na samim vrhovima izrazito tamnu odnosno crnu boju.

5. PLANINSKE CRNICE

Među klimazonalna tla Hrvatske treba ubrojiti i one mnogobrojne crnice, što se razvijaju po vrhovima naših planina. Planinske crnice zahvaljuju svoj postanak specijalnim klimskim prilikama, koje na vrhovima planina vladaju; prosječna godišnja toplina dosta je niska, a sušenje površinskih slojeva tla od proljeća do jeseni vrlo jako radi intenzivnih vjetrova, koji na vrhovima skoro trajno poigravaju. Tokom ljeta površinski slojevi tla vjetrom se toliko osuše, da mikrobiologijski procesi skoro potpuno prestaju, pa se mrtve organske tvari gotovo uopće ne mineraliziraju. Vegetacija ipak proizvodi nešto organskih tvari fotosintetskim putem, jer svojim korijenjem crpe vlagu iz dubljih, nešto vlažnijih slojeva tla ili pukotina stijena; tako se dešava, da je ljeti proizvodnja organske tvari veća od rastvaranja, što neminovno vodi do humizacije površinskog sloja tla. Ali i za vrijeme proljeća i jeseni proizvodnja je organskih tvari nešto veća od rastvaranja, jer se i kroz to vrijeme površinski slojevi znatno zasušuju vjetrovima. Zimi nema proizvodnje ni rastvaranja radi niskih toplina.

Planinske crnice mogli bismo podijeliti na *karbonatne* i *kisele crnice*. Karbonatne crnice razvijaju se obično na manje vlažnim karbonatskim terenima, dok se kisele planinske crnice razvijaju na svim nekarbonatnim supstratima, te na vlažnijim karbonatnim stratima. Iznimno se pojavljuju karbonatne crnice i na vlažnijim terenima, ako se nalaze u depresijama, u koje voda oborina ili bujica donosi periodički karbonatne nanose sa susjednih uzvisina.

Planinske crnice odlikuju se naročitim fizikalnim svojstvima, po kojima se znatno razlikuju od ostalih klimazonalnih, nizinskih crnica na pr. črnozema. Karbonatne su crnice redovito praškaste strukturne građe, ali sadržavaju i vrlo mnogo najfinijih disperzija humata. Kisele planinske crnice često su nešto veće koherencije u suhom stanju, ali i one sadržavaju mnogo fino dispergiranih humusnih čestica.

Planinske su crnice najčešće plitka tla; ispod humoznog A-horizonta leži obično matični supstrat, jače ili slabije rastrošen. A-horizont postiže obično debljinu od 10—15 cm, rijetko veću. Sadržina humusa u A-horizontu varira između 10—25%.

	Alino bilo	Alan	Visočica	Biokovo Sv. Juro	Sv. Ilija n. Orebićem
Humus u %	9,71	16,17	11,16	14,31	12,39
pH	6,80	7,74	6,20	7,15	7,15
$CaCO_3$ u %	2,58	0,62	0,00	0,05	2,76

6. PRIMORSKE KLIMAZONALNE SLANJAČE

Na otocima Hrvatskog Primorja (Pag i dr.), gdje je salinizacija tala proces klimagenetski, razvijaju se slanjače, koje za razliku od mnogih slanjača kontinentalnih područja spadaju među zonalna tla. Svoj razvitak zahvaljuju slanim vjetrovima, prvenstveno buri, vjetru sjeveroistočnoga kvadranta, koji se golemom snagom obara s vrhunaca planina (Velebita, Senjskog bila i dr.) u more, raspršuje morsku vodu i soli njome otočke terene. Tako se ova tla obogaćuju povremeno lako topivim solima morske vode (NaCl, K_2SO_4, i t. d.). Semihumidna klima omogućuje, da se soli u tlima od česti zadržavaju. Za vrijeme vlažnih perioda jedan se dio soli iz tla ispere. Ispiranje je to jače, što je tlo pliće; tako se iz tala kamenjara ispere najviše, a iz debelih sedimenata otočkih polja najmanje. Sadržina soli u primorskim slanjačama nije dakle konstantna; najmanja je za vrijeme vlažnih, kišnih perioda, a najveća neposredno nakon salinizacije i za vrijeme suših mjeseci.

Zaslanjivanjem (salinizacijom) tala nastaju velike promjene naročito u koloidnom (adsorpcijskom) kompleksu otočkih tala. Natrium- i kalium-ijoni potiskuju druge baze s površine adsorpcijskog kompleksa i nastoje zauzeti njihova mjesta. S vremenom im to od česti i uspijeva, pa tako nalazimo u otočkim slanjačama znatne količine adsorbiranog K i Na.

Iz tala kamenjara i uopće iz plitkih tala viškovi se neadsorbiranih ijona ispiru skoro potpuno za dugotrajnijih kiša. U debljim tlima otočkih polja ispiranje je soli znatno slabije; one se ponajvećma samo premještaju iz viših slojeva u niže, da bi se onda za vrijeme suše opet djelomice povratili u površinski sloj.

Dok se na plitkim stratima razvijaju ponajčešće *skeletne smeđe slatine* (solonci), dotle na debljim karbonatnim sedimentima nastaju sivo-smeđe do žućkasto-smeđe *karbonatne slatine.*

Do razvitka klimazonalnih slanjača ovdje jedva može doći s razloga, jer je eluvijacija jača od ascenzije. U koliko se one na otocima pojavljuju, redovito su intrazonalne tvorevine, jer svoj postanak i opstanak zahvaljuju izravnom periodičkom zaslanjivanju morskom vodom.

Radi boljeg upoznavanja otočkih slanjača donosimo podatke o sadržini u vodi topivih materija jedne skeletne smeđe slatine (Pag, Šarić) i jedne razvijene poljske karbonatne slatine (Dinjiško polje).

Lokalitet	Suha tvar	Na_2O	K_2O	CaO	Cl	SO_3	humus	pH H_2O	pH n-KCl
	u postotcima suhog tla								
Pag, Šarić									
2—18 cm	0,196	0,084	0,013	0,025	0,001	0,023	0,031	6,55	6,30
Dinjiško polje									
10—30 cm	0,192	0,055	0,014	0,010	0,005	0,022	0,094	6,95	6,75
70—90 cm	0,325	0,094	0,016	0,017	0,011	0,051	0,030	7,20	7,10

Primorske klimazonalne slanjače sadržavaju, kao što se iz tabele vidi, prilično male količine lako topivih soli. Reakcija tala upućuje, da se vodi borba između vodikovih ijona i baza oko adsorpcijskoga kompleksa. U smeđim skeletnim slanjačama vodikovi su ijoni uspjeli djelomice potisnuti baze; ali prilikom svakog novog zaslanjivanja baze potiskuju vodikove ijone.

U žućkasto-smeđim slanjačama otočkih polja karbonati se tek počinju ispirati, pa H-ijoni još nisu uspjeli da uđu u adsorpcijski kompleks ovih tala. Tek kada kalcij bude ispran iz površinskih slojeva, otpočet će borba između vodikovih i alkalijskih ijona. Radi semihumidnosti klime i trajnog periodičkog zaslanjivanja ovih tala, vodikovi se ijoni ne će moći trajno smjestiti u adsorpcijskom kompleksu. Zato će ova tla zadržati karakter soloneca sve do vremena, dok ne nastupi veća promjena intenziteta pedogenetskog faktora.

II. INTRAZONALNA TLA

1. RENDZINE

U raznim našim krajevima, među zonalnim pepeljušama (podzolima), nailazimo na veće ili manje areale plitkih, ponajčešće skeletnih ili skeletoidnih karbonatnih crnica, kojima je nauka dala ime *rendzine* (poljski narodni izraz, prihvaćen kao međunarodni pedologijski termin).

Veće površine rendzina nalazimo u Samoborskoj gori, na trijadičkom dolomitu, pa u Lici, a na manjim površinama i u drugim krajevima. Odlikuju se humoznim A-horizontom, koji postiže debljinu od 10 do 50 cm, dalje prelaznim AC-horizontom rastrošenog vapnenca odnosno dolomita, te matičnim supstratom (C). Ova tla dosta nalikuju na zonalne crnice, ali se od njih ipak razlikuju, kako u pogledu morfologije tako i geneze. Morfologijske razlike rendzina i ostalih crnica najbolje će nam objasniti opis profila jedne naše tipične rendzine.

Na planinskom zaravanku Male Kapele, zvanom Samar, u visini od oko 835 m, razvijaju se na rastrošenom dolomitnom vapnencu gornje krede, ispod mješovite 160-godišnje šume crnog i bijelog bora, litogena humusno-karbonatna tla, kojih profil pokazuje ovakva morfologijska svojstva:

A_0 Sloj iglica bora debljine 2—3 cm pokriva površinu tla; ispod slabo humificirane prostirke leži

A_1 crnica, tamno-čokoladne boje u suhom stanju, jako humozna, glinasto-ilovaste teksture, graškaste do orašaste strukturne građe; mjestimice se vide šljunkovite do sitnokamenite čestice dolomitnog vapnenca, pokrivene tamnim slojem humata. Ima i zrnaca pijeska. Poroznost tla znatna je: nekapilarnih pora ima mnogo. U dubini od 33—35 cm prelazi u

A_2 glinasto-pjeskovitu, humoznu ilovaču, svjetlije čokoladne boje, koja se raspada na orašaste i sitnije oštrobridne agregate. Korijenje vegetacije prodire obilno i u ovaj podhorizont. Čestica vapnenca ima nešto više. Kod 45. ili 50. cm pojavljuje se

AC rastrošeni matični supstrat, dolomitni vapnenac, usitnjen u glinasto-ilovastu karbonatnu pjeskulju, svijetlo-crvenkasto-žućkaste boje, u kojoj se samo tu i tamo zapažaju skeletne čestice vapnenčeve trošine. U dubini od 120—140 cm počinje

C matični supstrat, dolomitni vapnenac izgrađen sa oko 60% iz skeleta.

Obilje širokih, nekapilarnih pora uvjetovano u A-horizontu stabilnom graškastom do orašastom strukturnom građom, a u C-horizontu grubo disperznom teksturom, omogućuje brzo ocjeđivanje vode, radi čega je ovo tlo razmjerno dosta suho, iako se nalazi u području vlažne klime.

Ostale fiziografijske osobine: A_1 sadržava 8,05% humusa i 8,77% $CaCO_3$, a reakcije je slabo alkalične (pH 7,25). A_2 sadržava 5,74% humusa, 44,29% karbonata, a pH je 7,35. Prelazni horizont AC sadržava 76,59% $CaCO_3$.

Između rendzina i ostalih crnica postoje razlike i u genezi. Dok je na pr. razvitak črnozema klimski uvjetovan, radi čega spada u red klimazonalnih tipova tla, dotle su rendzine intrazonalna tla, koja svoj postanak zahvaljuju dominantnom utjecaju matičnog supstrata.

Hrvatske se rendzine razvijaju obično u zoni podzola na trošini karbonatnog (Ca- i Mg-)kamenja, koje obiluje česticama skeleta ili grubljim disperzijama sitnoga tla, ali sadržava i najfinije čestice karbonata. Ne dolaze dakle na svakom karbonatnom kamenju u zoni podzola; na nerastrošenim stijenama, na gruboj trošini bez najfinijih disperzija, jednako kao ni na glinasto-karbonatnim sedimentima, rendzine se redovito ne razvijaju. Najčešće ih srećemo na rastrošenim miocenskim litavcima, trijadičkom dolomitu i sarmatskim pješčenjacima, manje na tvrdim trijadičkim i krednim vapnencima, dok ih na glinenim, vlažnim laporima u pravilu ne nalazimo.

Autohtone rendzine, koje se razvijaju »in situ«, tipovi su valovitog reljefa i ororeljefa.

Strukturna građa A-horizonta uvijek je granularna; kod nekih rendzina (mlađih) srećemo sitno granularnu, a kod drugih, obično starijih, krupno granularnu strukturu. Strukturni su agregati stabilni, pa je radi toga propusnost za vodu i zrak vrlo velika. Takova strukturna građa A-horizonta, te grubo disperzna tekstura C-horizonta, ponajglavnijim su razlogom, da su rendzine razmjerno dosta suha tla, iako se razvijaju u području vlažne klime, a svakako suša od zonalnog tipa, pepeljuše.

Suhoća matičnog supstrata i prisutnost najfinijih disperzija kalcijskoga karbonata (odnosno $MgCO_3$) glavni su uvjeti razvitka rendzina u kontinentalnoj Hrvatskoj. Evo zašto!

Na kamenitoj trošini vapnenca i dolomita vegetacija nalazi dobro stanište i supstrat; svojim korijenjem prodire u dublje slojeve

trošine i snabdijeva se tako vodom i mineralnim hranivima, a zelenim organima uspijeva joj proizvesti znatne količine organske tvari fotosintetskim putem i njome trošinu obogatiti. Radi velike propusnosti trošine za vodu, voda oborina brzo se ocjeđuje u dublje slojeve, pa se površinski sloj tla nakon kiše naskoro osuši. Uslijed toga procesi humifikacije i mineralizacije teku u površinskim slojevima dosta sporo, a svakako sporije nego u susjednom podzolastom tlu, koje je vlagom bogatije. Proizvodi se dakle ljeti više organske tvari, nego što se može rastvoriti, radi čega dolazi do obogaćivanja tla humusom i razvitka A-horizonta.

Značenje finih disperzija kalcijskog odnosno magnezijskog karbonata u rendzinogenetskim procesima objašnjava se utjecajem Ca odnosno Mg-ijona na humusne koloide tla i suzbijanjem destruktivne djelatnosti vodikovih ijona. Utjecajem ovih baza koloidne se čestice tla zgrušavaju (koaguliraju), vanjska se površina strukturnih agregata uslijed toga smanjuje, sadržina širokih nekapilarnih šupljika povećava, a hidratizacija osjetljivo smanjuje. Slično djeluju ove baze i na velik dio mineralnog, koloidnog kompleksa tla. Granularnu strukturu zahvaljuje dakle A-horizont prisutnosti baza; isto tako veliku propusnost za vodu i relativnu suhoću. Reakcija rendzina obično je slabo alkalična do neutralna, slično kao i kod črnozema; pH se kreće ponajčešće između 7,1—7,4; samo starije rendzine imaju kadkad u A_0 i A_1 slabo kiselu do neutralnu reakciju (pH 6,0—7,0).

Degradacija rendzina. U razvoju rendzina, kao i drugih tipova tla, možemo razlikovati progresivni i regresivni stadij razvitka. *Progresivni* stadij obuhvaća njihov razvitak sve do vremena, dok utjecajem pedogenetskih faktora ne počnu gubiti svoja značajna fiziografijska svojstva. Kada rendzina počne gubiti ta svojstva, otpočinje *regresivni* stadij.

Kada se utjecajem vode i njenih pomagača, CO_2, te raznih kiselina, kalcijski i magnezijski karbonat iz A-horizonta isperu, odmah vodikovi ijoni počinju potiskivati baze s površine adsorpcijskog kompleksa, a huminske se kiseline nagomilavaju u površinskom sloju. Seskvioksidi u tom sloju postaju pokretljiviji i premještaju se cijednom vodom u dublje slojeve. Granularnu strukturu tla zamjenjuje pojedinačna, pore tla se sužuju, raste postotak kapilarnih šupljika na račun nekapilarnih, propusnost tla za vodu se smanjuje, a kapacitet za vodu povećava; rendzina postaje vlažnija. Povećana vlažnost tla pogoduje radu mikroorganizama, pa se organska tvar mnogo brže rastvara. Uporedo s time, tlo mijenja i boju; tamni do čokoladno-tamni A-horizont postaje u A_1-podhorizontu blijeđi, najprije sivo-taman a zatim tamno-siv. Tako rendzina prelazi postepeno najprije u *humusno-podzolasto tlo*, a nakon dulje degradacije i u slabo humozni *mineralni podzol*.

Ali razvoj rendzine može poći i drugim smjerom. Ako se karbonatni supstrat s vremenom toliko rastroši, da postane bogat vrlo

finim česticama karbonata, pa se uslijed toga povećaju njegov kapacitet i propusnost za vodu, onda pedogenetski procesi polaze putem degradacije rendzina u *mineralno-karbonatna, smeđa, žućkasta* ili *siva* tla, različito već prema stupnju hidratacije i mineralizacije.

2. MINERALNO-KARBONATNA TLA

Među intrazonalnim tlima Hrvatske mineralno-karbonatna tla zauzimaju važno mjesto. Pojavljuju se u raznim krajevima između podzola, smeđih tala, pa i degradiranih crvenica, a zapremaju mjestimice i vrlo znatne površine. Tako na pr. u Hrvatskom Zagorju tereni valovitog reljefa dobrim su dijelom izgrađeni iz mineralno-karbonatnih tala. Velike površine zapremaju ova tla i u Dalmaciji, te Hrvatskom Primorju. Treba ipak razlikovati *kontinentalna* mineralno-karbonatna tla od *primorskih* (litoralnih). Dok razvoj prvih ide u smjeru podzolacije, ide razvoj drugih u smjeru posmeđivanja, pa i rubifikacije.

Od humusno-karbonatnih tala ova se tla razlikuju već samom morfologijom.

Eluvijalni horizont kontinentalnih mineralno-karbonatnih tala odlikuje se ponajčešće žućkasto sivom ili sivom bojom, a kadkad i smeđom do žućkasto smeđom. Podhorizont A_2 često je izšaran bijelim ili žućkasto-bijelim mrljama staloženog kalcijskog karbonata. Teksture je obično ilovaste do glinaste, strukture u A_1 praškaste do mrvaste, a u A_2 grudaste. Smeđa tla imaju više granularnu strukturu. Podhorizont A_2 redovito je bogatiji glinastim disperzijama od A_1. Kapacitet za vodu osrednji je, a propusnost za vodu znatno manja nego kod rendzina. Općenito se može uzeti, da su kontinentalna mineralno-karbonatna tla znatno vlažnija od rendzina, po prilici jednako kao i podzoli.

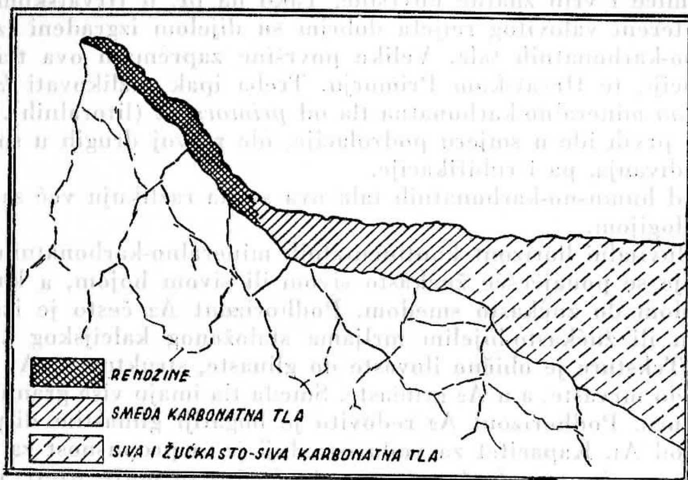
Radi povećane vlažnosti ne dolazi do nagomilavanja humusa, unatoč bogatstvu na $CaCO_3$; kalcijskoga karbonata ima naime u ovim tlima od 1—70 posto i više. Radi bogatstva na $CaCO_3$ reakcija je tala uvijek slabo alkalična; pH se kreće između 7,15 do 7,60.

Grubu sliku kemijskih svojstava jednog žućkasto-sivog mineralno-karbonatnog tla iz Krapinskih Toplica, a drugog tamno-sivog sa područja Mače-Ladislavovac pružaju nam podatci u niže navedenoj tabeli. Podatci jasno pokazuju, da se $CaCO_3$ ispire iz A_1 i taloži u A_2 u priličnoj mjeri. Isto se tako vidi, da je reakcija površinskog, slabo humoznog sloja uvijek alkaličnija nego reakcija mineralnog podhorizonta A_2.

Podrijetlo tla	Horizont od cm	Sadržina u %			pH
		$CaCO_3$	Humusa	Dušika (N)	
Krapinske Toplice	0—25	11,96	2,43	0,15	7,48
	40—75	19,85	0,79	0,08	7,27
Mače-Ladislavovac	0—20	6,29	3,73	0,23	7,41
	40—80	27,16	0,19	0,04	7,29
Rab	0—25	15,56	2,49	0,10	7,49
	55—90	38,67	0,58	0,05	7,56

Mineralno-karbonatna tla kontinentalne Hrvatske nastaju prvotno na glinastim laporima te drugim vapnenim sedimentima ilovaste do glinaste teksture. Katkad ih nalazimo i na litotamnijskim vapnencima, a dosta često na praporu.

Žućkasto-smeđa i smeđa karbonatna kontinentalna tla razvijaju se redovito na nešto rahlijim karbonatnim sedimentima, sušim nego što je matični supstrat sivih i žućkasto-sivih tala, a vlažnijim nego u rendzina. Ova tla nalazimo vrlo često u neposrednoj blizini rendzina i drugih karbonatnih tala; mjestimice prelaze jedna u druga. Shematski bi mogli taj prijelaz prikazati slikom ovako:



Sl. 2. Prirodna sukcesija intrazonalnih karbonatnih tala

Ako A-horizont rendzina toliko odeblja, da se u njemu može nagomilati velika količina vode, ili ako se vlažnost poveća uslijed smanjenja propusnosti za vodu dubljih slojeva (radi eluvijacije glinenih čestica iz površinskog sloja), onda se organska tvar rendzina počinje brže rastvarati, pa čokoladnotamna boja tla prelazi postepeno u svjetlosmeđu. Takva svjetlosmeđa karbonatna tla nalazimo dosta raširena na donjopontijskim i miocenskim laporima. U A-horizontu imaju još dosta dobro sačuvanu granularnu strukturu.

Primorska mineralno-karbonatna tla slična su kontinentalnim, ali se pojavljuju i na pjeskovitim stratima (fliš). Na njihovu se profilu može često zamijetiti premještanje kalcijskog karbonata iz gornjih slojeva u donje po bjelkastim konkrecijama i micelijima, što ih nalazimo u A_2. Rabski profil jasno upućuje, da se i u Primorju $CaCO_3$ ispire.

3. ALKALIJSKA TLA (SLANJAČE)*

U najistočnijem dijelu Hrvatske, među Dravom, Dunavom i Savom, a od česti i na otocima Hrvatskog Primorja, pojavljuju se intrazonalna tla, koja se od zonalnih tipova razlikuju većom sadržinom lako topivih soli ili građom adsorpcijskoga kompleksa; nauka im je dala ime *alkalijska tla*, a narod *slanjače, slatine, slanice* i t. d.

Kao što narodna imena kazuju, radi se ponajčešće o tlima, koja sadržavaju više u vodi lako topivih soli nego druga normalna tla. Pa ipak nauka pod alkalijskim tlima ne razumijeva samo zasoljena ili zaslanjena tla, već i druga, koja su s njima genetski povezana, a sadržavaju u adsorpcijskom kompleksu znatniju količinu alkalija.

Alkalijska tla mogli bismo podijeliti u tri skupine:

I. *Solnjače* t. j. tla bogata lako topivim solima. Spadaju ovamo:
a) *slanice*, t. j. tla sa kloridima i sulfatima;
b) *sodnjače* ili sodne solnjače, solončaci t. j. tla sa sodom;
c) *saliternjače* ili saliterne solnjače, bogate nitratima.

II. *Slatine* t. j. tla siromašna topivim solima; adsorpcijski kompleks zasićen alkalijama *(solonci)*. Spadaju ovamo:
a) *bijele slatine* (b. solonci) siromašne humusom,
b) *crne slatine*, bogate humusom,
c) *smeđe slatine* (klimazon. primorske).

III. *Degradirane slatine* t. j. tla kod kojih su alkalije ads. kompleksa djelomično potisnute drugim ijonima:
a) H-ijonima, *solodi;*
b) Ca-ijonima (?)

Ovaj kratki pregled pokazuje, da sva alkalijska tla nisu jednaka, iako im narod daje katkada ista imena. U Hrvatskoj dolaze sve skupine alkalijskih tala; u primorskoj Hrvatskoj nalazimo poglavito slanice i smeđe slatine kao klimazonalna tla, a sodnjače kao intrazonalna, dok u kontinentalnoj Hrvatskoj ima samo intrazonalnih slanjača, i to kako solnjača, tako i slatina, te degradiranih slatina. S klimazonalnim primorskim slanjačama već smo se naprijed upoznali, pak ćemo se ovdje osvrnuti poglavito na naša kontinentalna alkalijska tla.

Geneza alkalijskih tala može biti različita, ali je za sve njih karakteristično, da je *zasoljivanje* (salinizacija) njihov temeljni pedogenetski proces.

---

* Oznaka »slanjače« nije najpodesnija, jer se ne radi ponajvećma o slanim tlima; zadržao sam je s historijskog razloga, jer su pod tim imenom prvi put opisana alkalijska tla u našoj naučnoj pedologijskoj literaturi (vidi Š a n d o r F.: Slanjače u Hrvatskoj i Slavoniji, Vijesti Geološkog Povjerenstva II., Zagreb 1912.).

Zasoljivanje može biti 1. aluvijalno, 2. deluvijalno, 3. eolsko i 4. izdansko.

Aluvijalno zasoljivanje terena najčešća je pojava u području hrvatskih kontinentalnih slanjača. Nizinska područja istočne Hrvatske bila su u prošlosti, a djelomično su i danas, poplavljivana rijekama, koje sadržavaju stanovite količine lako topivih soli. Na malo propusnim tlima reljefskih uvala i nizina voda je stagnirala i za suhih se perioda isparivala ostavljajući iza sebe sad veće sad manje količine soli. Kroz stoljeća i tisućljeća nagomilale su se te soli mjestimice u znatnim količinama. Tako su nastale najprije *slanice.*

Ako je tlo bilo bogato kalcijskim karbonatom, ulazio je karbonat u reakciju s kloridima i sulfatima alkalija, pa se pojavljivala soda: $Na_2SO_4 + CaCO_3 = CaSO_4 + Na_2CO_3$. Pojava sode u ovim tlima bila je od presudnog utjecaja na njihov dalji razvitak. Utjecajem sode ili točnije rečeno utjecajem hidroksilnih ijona (OH'), koji se pojavljuju u otopinama sode, dolazilo je do vrlo intenzivnog raspršivanja (peptizacije) koloidnih čestica gline; radi toga postale su te čestice pokretljive pa su putovale zajedno sa cijednom vodom u dublje slojeve tla. Tu su malo po malo ispunjavale široke nekapilarne šupljike i tako zatvarale put cijednoj vodi u dublje horizonte. S vremenom su široke i uske šupljike potpuno zatrpane koloidnim disperzijama, pa su slojevi postali potpuno nepropusni za vodu i u njoj otopljene soli. Tokom svake nove poplave tla su se sve jače zaslanjivala, pa se tako razvio tip tla, koji nazivamo *sodnjačom, sodnom solnjačom* ili *solončakom.*

Mjestimice se soda nagomilala u tolikoj mjeri, da je iscvjetavala na površini tla za vrijeme suhih perioda. U Madžarskoj se još do nedavno na nekim terenima sabirala soda s površine tla; u Hrvatskoj možemo mjestimice naći terene s velikim bijelim pjegama od nekoliko desetaka metara u promjeru, na kojima iscvjetavaju soli, prvenstveno soda, koja stvara bijele pahuljaste prevlake, nalik na inje. Za vlažnih dana toga inja nestaje, jer se soli u vodi lako otapaju, te cijednom vodom ispiru i po nekoliko desetaka centimetara ispod površine tla. Kada kiše prestanu i nastupi suše vrijeme, soli se opet kapilarnom vodom uzdižu do površine, voda se isparuje, a soli ponovno iscvjetavaju.

Deluvijalno zasoljivanje je proces, koji dovodi do razvitka alkalijskih tala na nizinskim terenima suhih područja utjecajem periodičkih vodotoka. Prilikom denudacije rastrošenih masa ororeljefa, naročito ako su bogati lako topivim solima, dospijevaju soli u deluvijalne sedimente, što se u obliku terasa razvijaju na obroncima brda, ili u nizinska tla depresija. Soli se ovdje nagomilavaju samo ako je klima suha. U vlažnim područjima soli se ispiru i putuju dalje podzemnim ili i nadzemnim vodama, da se onda skupe negdje u većim vodama stajačicama, jezerima ili morima.

Eolskim zasoljivanjem nastaju mnoga alkalijska tla u primorskim krajevima. Vjetar diže morsku vodu te raspršuje i soli njome tla susjednoga kopna.

Izdansko zasoljivanje. U unutarnjosti Zemlje tvore se plinovi kao sumporovodik, ugljični dvokis, amonijak, metan i dr., probijaju se pukotinama prema površini, dolaze u dodir s podzemnim i nadzemnim vodama i u njima se otapaju; pojačavaju trošenje krute kore Zemljine i pomažu tvorbu lako topivih soli. Izdanske vode obogaćuju se tako lako topivim alkalijskim i zemnoalkalijskim solima. Za vrijeme suše uspinju se te soli kapilarnim putem u više slojeve pedosfere, pa i do same površine; za vlažnijeg vremena vraćaju se opet djelomice u dublje slojeve. Ako se takvo izdansko zasoljivanje vrši kroz dugi niz vjekova, onda se tla mogu obogatiti znatnim količinama soli, pa nastaju i *solnjače* i *slatine.* Analize bunarskih voda u područjima alkalijskih tala pokazuju, da sadržavaju oko 2—5 g lako topivih soli u 1 litri.

Najviše slanjača ima kod nas između Save, Drave i Dunava, u plavnom području tih rijeka. Nastale su aluvijalnim, izdanskim, a samo djelomično i deluvijalnim zasoljivanjem. *Šandor* je prvi upozorio na pojavu slanjača u jugoistočnom Srijemu i okolici Osijeka, a *Mosković* na slavonske slanjače lista Osijek—Valpovo; ova tla još nisu pobliže izučena. Pored sodnjača, te bijelih i crnih slatina, pojavljuju se ovdje i degradirane slatine, te saliternjače. *Saliternjače* su prilično raširene u istočnoj Slavoniji; odlikuju se sad većom sad manjom sadržinom nitrata, a redovito većom nego susjedna normalna tla. Izdanske vode ovog područja obično su dosta bogate nitratima biologijskog podrijetla. Mineralizacijom organskih dušikovih spojeva nastaje amonijski dušik, koji se u tlima povoljnih fizikalnih svojstava, bogatim vapnom, oksidira utjecajem nitrifikacijskih bakterija u dušik nitratni; tvori se kalcijski nitrat, a od česti nastaju i nitrati alkalija, koji su svi u vodi topivi, pa se kišom ispiru u dublje slojeve tla. Ako su tla malo propusna, onda se nitrati nagomilavaju u gornjim slojevima pedosfere, te za suhog vremena iscvjetavaju i na vlažnim zidovima kuća.

Sodne solnjače, sodnjače, solončaci (međunarodna oznaka) u Hrvatskoj već prelaze postepeno u solonce, radi relativno dosta znatne humidnosti klime; mjestimice se pojavljuju ipak i prave sodnjače. Sadrže Na_2SO_4, $MgSO_4$ i $CaSO_4$, $NaCl$, $CaCl_2$ i $MgCl_2$, te Na_2CO_3, $NaHCO_3$ i $CaCO_3$. Sadržina lako topivih soli u solončacima doseže katkad i do preko 10%; obično ima najviše sulfata i klorida, a manje lako topivih karbonata. Takvom odnošaju soli ima se pripisati, da sodnjače imaju drugačija strukturna svojstva nego slatine (solonci).

Na osnovu dosadanjih istraživanja naših slanjača može se uzeti, da sadržina lako topivih soli varira između 0,25—1,5%; na natrij otpada oko 0,05—0,45%, na kalij 0,003—0,02%, klor 0,001—0,12%.

Natrij se nalazi dobrim dijelom vezan na SO_4 te CO_3 i HCO_3-ijone. Sadržina sode u hrvatskim solončacima vrlo varira; mjestimice iscvjetava u tolikoj mjeri na površini tla, da je potpuno nemoguć razvitak poljodjelskih kultura, dok je i razvitak halofitske vegetacije znatno ograničen. Sodni solončaci redovito su najgora tla u poljodjelskom smislu. Reakcija im je već u površinskom sloju jako bazična (pH 8,5—10,0).

Slatine (solonci) dolaze u Hrvatskoj mnogo češće nego solončaci. U njihovu adsorpcijskom kompleksu vezan je natrij u većoj mjeri nego u solončacima, zahvaljujući niskoj sadržini drugih kationa u vodi tla. I soda može u soloncima očitovati znatno veći utjecaj na fizikalno-kemijska svojstva tla radi odsutnosti drugih baza. Peptizirajuće djelovanje hidroksilnih ijona (OH') ovdje je mnogo jače od zgrušavajućeg (koagulirajućeg) djelovanja kationa, pak je strukturna građa u suhom stanju doduše izražena, ali u vlažnom stanju mase tla pokazuju prilično jednoličan koloidan izgled. Razlike dakako postoje i u strukturnoj građi pojedinih horizonata, koje su za slatine karakteristične.

Evo kako izgleda morfologija profila jedne *bijele slatine* sa područja Tomaševac—Trnovača:

Pašnjačka vegetacija veoma oskudno pokriva tlo; na jednom mjestu, gdje je tlo skoro potpuno golo u promjeru od nekih 10 m, otvoren profil bijele slatine pokazivao je ovakvu građu:

Površina tla prevučena bjelkasto-sivim, pahuljastim slojem soli. Ispod toga od

0— 18 cm leži horizont sive do bljedosive pjeskovite gline (A_1) koja pokazuje stubastu građu. Zatim od

18— 55 cm slijedi horizont izgrađen iz jako koloidne gline, poliedrične strukturne građe u suhom stanju. Strukturni agregati su grudasti, zbijeni, oštrobridni. U suhom stanju vanredno kompaktni, znatne koherencije; među agregatima dosta širokih šupljika. U vlažnom stanju horizont poprima galertan izgled, a šupljika nekapilarnih nestaje. Ovaj je podhorizont praktički nepropustan za vodu (A_2). Slijedi od

55—110 cm A_3 slične strukturne građe u suhom stanju, tek nešto slabije izražene; manje zbijen, siromašniji koloidima, a bogatiji kalcijskim barbonatom, koji se pojavljuje u obliku bijelih micelija.

Profil ove bijele slatine veoma je sličan profilu slatine predočene slikom t. V. 1.

Neka kemijska svojstva bijele slatine blizu granice istočnog dijela Hrvatske prikazana su u niže navedenoj tabeli.

Analiza vodenog ekstrakta tla

Podrijetlo tla	Horizont od cm	Mineralne soli	Na_2O	K_2O	Cl	HCO_3	Humus
				u %			
Tomaševac-Trnovača	0— 18	0,704	0,343	0,020	0,128	—	0,082
	30— 45	0,600	0,442	0,004	0,050	0,127	0,064
	75—100	0,607	0,378	0,003	0,049	0,100	0,058

Najviše sode sadržava ova bijela slatina u dubini od 30—45 cm, dakle u sloju, koji je za vodu praktički nepropustan.

Crne slatine pojavljuju se na terenima na kojima je moguće nešto jače nagomilavanje organske tvari. U Americi ih zovu »black alkali«. Evo opisa jedne takve crne slatine iz Melenaca:

Površina poligonalno raspucane crnice, prevučena tankim slojem bijelog inja, sode; do 6 cm praškasta, a od

6— 18 cm ilovasto-glinaste strukture, orašaste strukturne građe; agregati oštrobridni. Slijedi od

18— 50 cm zbijena crnica, malo propusna za vodu; površina strukturnih agregata masna. Od

50—100 cm crnica je poliedrične strukturne građe, glinena, izšarana bijelim micelijima i konkrecijama $CaCO_3$. Ovaj je horizont bogat sodom. Za vodu je skoro potpuno nepropustan. Od

100—210 cm počinje sloj slabo koloidne glinaste ilovače, žućkasto sive boje, izšaran tamnim pjegama humata i rđastim mrljama. Tlo je veoma vlažno; na zraku osušeno poprima boju bjelkasto-sivu, koherencija strukturnih agregata ovoga horizonta znatno je manja nego gornjih horizonata.

U poredbi sa naprijed navedenom bijelom slatinom crna slatina pokazuje ovakvu sadržinu sode, humusa, dušika i $CaCO_3$, te reakciju u profilu:

Oznaka tla	Horizont	Na_2CO_3	Humus	Dušik (N)	$CaCO_3$	pH
			u %			
Bijela slatina Tomaševac—Trnovača	0— 18	—	1,09	—	1,31	7,31
	30— 45	0,070	0,39	—	1,64	8,45
	75—100	0,055	0,26	—	8,35	8,57
Crna slatina Melenci	0— 18	0,006	3,67	0,27	2,50	8,11
	30— 45	0,015	2,64	0,15	5,42	8,47
	65— 90	0,141	1,04	0,08	25,41	9,09
	140—170	0,072	0,16	—	21,04	8,87
	220—270	0,071	—	—	—	8,90

U alkaličnoj sredini, u prisutnosti humusnih koloida pokreću se i seskvioksidi iz površinskih slojeva u niže i tu talože. Zahvaljujući prisutnosti sode iluvijalni horizont pokazuje najnepovoljnija fizikalna svojstva.

Visoka koncentracija soli, naročito sode u iluvijalnom horizontu, pa veoma nepovoljna fizikalna svojstva, glavni su razlog neplodnosti slatina. S proljeća, dok je tlo jako vlažno, škodljivo se djelovanje soli samo tu i tamo može opaziti na vegetaciji. Ali kad nastupi suše vrijeme, pa koncentracija soli u tlu znatno poraste, vegetacija naglo obustavlja razvitak, vene i propada. Narod stoga naziva slatine često i »tugaljivom zemljom«. Na nekim slatinama, slabo zasoljenim, uspijevaju žitarice; na crnim obično ne uspijeva kukuruz; »ljute« slatine, kako narod često zove bijele slatine, bogate sodom u iluvijalnom sloju, služe obično kao vrlo loši pašnjaci. U nekim zemljama osnivaju na slatinastim terenima ribnjake.

Mnoge slanjače dadu se navodnjavanjem i podesnom fertilizacijom privesti kulturi.

4. MOČVARNA (HIDROGENA) TLA

Nizinski tereni Hrvatske, a od češti i depresije brdskih područja na golemim su površinama prekomjerno navlažavani površinskom, pa i donjom vodom. S relijefskih uzvisina ocjeđuje se voda u depresije i u njima stagnira, ako nema uvjeta za ocjeđivanje ili otjecanje, a veliki recipijenti tekućih voda, potoci i rijeke, povremeno se razlijevaju, i pošto se povuku u korita, ostavljaju na poplavljenim terenima znatne količine vode. Mnoga nizinska područja navlažavaju se prekomjerno i utjecajem donje vode, čiji nivo leži blizu površine tla.

Hidrogena tla spadaju u red intrazonalnih tipova tla; razvijaju se u svim klimskim područjima, ali ipak najviše u humidnim i perhumidnim. U perhumidnim područjima močvarna tla mogu biti i klimatogena, zonalna; u Hrvatskoj su uvijek intrazonalna, jer je njihov razvitak uvjetovan dominantnim utjecajem posebnih hidrologijskih faktora.

Sva močvarna tla Hrvatske mogli bismo podijeliti na dvije skupine: *mineralna i organska.*

Mineralna močvarna tla, koja kao što riječ kaže, imaju izrazito mineralni karakter, nastaju tamo, gdje voda prekomjerno navlažava teren samo manji dio godine. Obično su podjednako bogata organskom tvari kao i susjedni zonalni tip, ali mogu biti i nešto bogatija. Od zonalnog tipa razlikuju se ova tla poglavito dinamikom, kao i morfologijskim svojstvima. Kemijsko trošenje minerala ovdje je znatno jače, jer se za vrijeme vlažne periode tvore u većoj mjeri razne organske kiseline, koje pojačavaju kemijsku aktivnost vode. U drugu je ruku ispiranje lako topivih soli ovdje znatno slabije nego u podzolastim tlima radi nepropusnosti za vodu dubljih slojeva tla. Dolazi samo do premještanja molekularno i koloidno dispergiranih čestica unutar profila tla od površine do nepropusnog sloja i obrnuto. Radi ograničenog ispiranja baza reakcija je mineralno-močvarnih tala veoma često bazična, neutralna ili veoma slabo kisela; samo u slučaju, kada se razvijaju na izrazito silikatnim, bazama siromašnim sedimentima, reakcija može biti i jako kisela.

Među mineralno-močvarnim tlima Hrvatske naročito se ističu t. zv. *džombasta tla*, koja zapremaju znatna prostranstva u nizinskim krajevima, a odlikuju se veoma značajnom vanjskom morfologijom. Površina im je naime sitno valovita, kao da je pokrivena bezbrojem mravinjaka obraslih vegetacijom. Mali mikrohumci, džombe, stolci ili stubenke, kako narod naziva ove osebujne pedogenetske tvorevine, široki jedva 15—20 cm, odijeljeni su malim krivudastim jarčićima 5—15 cm širokim. U narodu su ova tla po zlu poznata, jer se džombasti tereni teško pasu, a još teže kose. Preoravanjem džomba nestaje, ali se nakon zatravljivanja opet pojavljuju. One se dakle, kao i sva druga tla, razvijaju.

Džombasta su tla tvorevina ravnih terena; ororeljef i valoviti reljef džombe ne poznaju. Pojavljuju se prvotno pod travničkom vegetacijom, koja je u Hrvatskoj zastupana sa dvije asocijacije sveze Deschamption caespitosae i to Deschampsietum caespitosae i Caricetum tricostato-vulpinae *(Horvatić)*. Mogu se razviti samo na glinastim i ilovastim sedimentima (na pjeskuljama ih nikada ne nalazimo) i samo na terenima, na kojima se period prekomjernog navlažavanja tla svake godine izmjenjuje s periodom jakog isušivanja terena.

Mehanizam razvitka džomba stoji u najužoj vezi s pojavom periodičkog bubrenja i kontrakcije zemljišnih koloidnih masa, poglavito dubljih slojeva. Tokom suhih perioda dolazi do jakog stezanja (kontrakcije) tla, uslijed čega nastaju široke pukotine, koje sežu i do 120, pa i 150 cm dubine. Na početku vlažne periode splahuje oborinska voda čestice sitnog tla sa površine terena i sa stijena pukotina na njihovo dno i tako pukotine zatrpava. Pored toga voda oborina veoma se brzo ocjeđuje širokim pukotinama na njihovo dno, gdje se nagomilava i navlažava donje slojeve tla, dok gornji slojevi ostaju još suhi. Uslijed navlažavanja počinju koloidne čestice tla na dnu pukotina bubriti i povećavati svoj obujam. Kako se međutim s vremenom pukotine zatrpaju, koloidne čestice ne nalaze dovoljno mjesta, da prošire svoj obujam u horizontalnom pravcu, pak se stoga nastoje proširiti u smjeru vertikalnom. Pri tom nailaze na otpor, koji pružaju mase tla, zapravo stupac tla iznad njih. Tlak bubrenja koloidnih čestica mora dakle svladati tlak, koji odgovara težini prizme suhog tla nad nabubrelom masom. Taj posao nije težak, jer tlak bubrenja može biti vanredno velik; suhi monolit tla uzdiže se uslijed toga u vertikalnom pravcu i izdiže iznad površine terena.

Procesi bubrenja, kontrakcije i mjestimičnog dizanja masa tla ponavljaju se iz godine u godinu; mikroreljefske uzvisine, džombe, postaju uslijed toga sve više i više, dok napokon ne poprime stabilniji izgled. Gust vegetacijski pokrov obraste naime s vremenom površinu džomba potpuno sa svih strana i zaštićuje tako mineralne čestice tla pred daljim runjenjem i ispiranjem u pukotine, što se tvore za sušeg vremena. Zato džombe nakon nekoga vremena obustavljaju rast i zadržavaju dalje svoj značajan i osebujan izgled.

Tako eto nastaju džombe! Na velikim površinama naših ravni žive one i danas i razvijaju se, a razvijat će se još dugo vremena, sve dok se iz temelja ne promijene bitni uvjeti njihova postanka.

Organska močvarna tla. U većim reliefskim depresijama, gdje površinska voda stagnira cijelu godinu ili barem najveći dio, kao i na terenima, koji su trajno prekomjerno navlažavani donjom vodom, razvijaju se organska močvarna tla. Sva organska močvarna tla nisu jednaka; od umjereno humoznih pa do pravih cretova ima

cio niz prijelaza. Ipak prevladavaju umjereno humozna tla, dok su cretovi u Hrvatskoj dosta rijetki.

Nagomilavanje humusa u ovim tlima uvjetovano je u jednu ruku povoljnim uvjetima za proizvodnju organske tvari raznih članica zadruga Caricetum tricostato-vulpinae, Schoenetum nigricantis, Caricetum elatae *(Horvatić)* i t. d., koje u prekomjerno vlažnim tlima nalaze odlično stanište i supstrat, a u drugu ruku znatnim ograničenjem mikrobiologijskog rastvaranja mrtvih organskih tvari. Uslijed nedovoljnog pristupa slobodnoga kisika, organska materija u tlu gnjije i samo se djelomično oksidira, a od česti i karbonizira. Organski horizont tla tako se trajno povećava. Gnjiljenjem nastaju različite huminske kiseline, kao himatomelanska i fulvokiseline, koje imaju veliku kemijsku aktivnost, pa energično troše mineralne čestice tla. Molekularni i koloidni rastvori, mineralni i organski, od česti se taože, a od česti premještaju u vertikalnom pravcu, infiltriraju mineralne horizonte tla, boje ih i daju im vrlo karakterističan taman izgled. Radi odsutnosti slobodnoga kisika prelaze spojevi trovalentnog željeza (ferispojevi) u ferospojeve, uslijed čega se iz temelja mijenja boja tla. Tako se na pr. ferihidroksid u odsutnosti kisika, a prisutnosti CO_2 pretvara u ferokarbonat ($FeCO_3$), koji daje tlu sivozelenkastu boju; uz to se tvori u ovim tlima i ferofosfat, vivianit, koji mineralnim horizontima daje sivoplavu do zelenkastoplavu boju (»glejhorizont« — plavkasta glina zvana »uma«). Sadržina humusnih tvari u našim organskim močvarnim tlima kreće se obično između 20—50 postotaka. Ako sadrže više nego zonalna tla, a manje od 20 postotaka, onda ih ubrajamo u *mineralno-organska* tla. Tla sa oko 50 i više postotaka humusa označujemo kao cretna. *Cretna* tla razvijaju se samo na terenima, koji su čitave godine u stanju prekomjerne vlažnosti, t. j. ako su zasićena vodom više nego što odgovara njihovu maksimalnom kapacitetu. Razvijaju se stoljećima. Na njihovu profilu dadu se ponajčešće razlikovati A i B horizonti, pri čemu je A oštro diferenciran u dva tipična podhorizonta: A_1-humozni, pravi cretni podhorizont, različite debljine, i sivi, skoro bijeli mineralni A_2-podhorizont, iz kojega su isprani seskvioksidi.

Evo morfologije profila jednog cretnog tla iz šume Dubrave kod sela Dubravice u Hrvatskom Zagorju, na čijem razvitku uzima učešća zadruga Rynchosporetum albae croaticum, H o r v a t:

A_1 Do dubine od 100 cm seže podhorizont cretne crnice, izgrađen najvećim dijelom iz humificiranih ostataka obamrle vegetacije i podzemnih organa cretne vegetacije. Organska tvar, koje ima oko 50%, nalazi se uglavnom u grubo dispergiranom obliku. Reakcija je čitavog A-horizonta vrlo kisela (pH 3,8). Od 125 cm počinje

A_2 podhorizont tamnog, vrlo humoznog mineralnog tla, u kojemu znatna količina humusa (kojega ima oko 15%) dolazi u koloidno dispergiranom obliku. Reakcija jako kisela. Od 140 cm dolazi

A_3 podhorizont izbijeljenog, pepeljastog do sivozelenkastog vrlo fino ilovastog pijeska, iz kojega su dobrim dijelom isprani seskvioksidi. Preostali dio željeza nalazi se u ijonogenom obliku. Reakcija je izrazito kisela (pH 4,0); humusa sadržava ispod 1%. Ovaj podhorizont eluvijacije ide do 210 cm dubine; nakon toga javljaju se u pepeljastom tlu rđaste mrlje; pa ga možemo označiti kao

A_3B_1 prelazni horizont. U dubini od oko 230 cm počinje

B_1 pravi iluvijalni horizont, izrazito rđasto-žućkaste boje, ilovaste građe, u kojem su staloženi seskvioksidi isprani iz eluvijalnog horizonta. Reakcija je iluvijalnog horizonta znatno slabije kisela nego eluvijalnog. Ukupnim željezom je ovaj horizont znatno bogatiji od eluvijalnog, ali ipak znatno siromašniji željezom ijonogenim.

Ovo cretno tlo nadovezuje se na podzolasto-barsko tlo susjednog terena, što se na manje vlažnom sedimentu razvija ispod šume johe, a koje dalje prelazi u umjereno podzolirano tlo šume Querceto-carpinetum croaticum, zonalni tip srednje Hrvatske.

5. ANTROPOGENA TLA

Među intrazonalnim tlima zauzimaju vidno mjesto t. zv. antropogena tla, koja svoja morfologijska i druga svojstva zahvaljuju poglavito utjecaju čovjeka. Mehaničkom obradom (oranjem, branjem, valjanjem, rigolanjem i t. d.), a osobito gnojenjem, čovjek iz temelja mijenja morfologijska, fizikalna, kemijska i biologijska svojstva tala, to jače, što je kultiviranje tla intenzivnije. Tako se na pr. iz raznih tipova tla, kao na pr. podzola, crvenice, smeđeg tla i t. d. mogu razviti antropogene crnice, ako se ta tla trajno obogaćuju humusom, a podzol uz to i kalcijskim karbonatom.

Velik broj vrtnih tala spada među takve antropogene crnice. Ali i na svim drugim terenima, koji se trajno kultiviraju, razvijaju se tla, koja se od zonalnog ili intrazonalnog tla, od kojega su nastala, znatno razlikuju. Razlike se nekada odnose samo na morfologijska svojstva A_0 i A_1 podhorizonta, a nekad i na cio A i dio B horizonta.

Mehaničkom obradom mijenjaju se uglavnom samo strukturna svojstva i genetski uslijed horizonata, dok se gnojenjem mijenjaju često i glavna kemijska mikrobiologijska svojstva.

T. VII. 1. prikazuje antropogenu crnicu s otoka Brača, nastalu veoma intenzivnom humizacijom crvenice.

T. VII. 2. predočuje antropomorfna tla naših dalmatinskih terasa, koja svoju vanjsku morfologiju, kao i fizikalnu građu profila, ili bolje reći slijed horizonata u profilu, zahvaljuju mehaničkom utjecaju čovjeka (rigolanju, uklanjanju i sortiranju čestica skeleta i t. d.).

III. AZONALNA TLA

Ovaj veliki razred tala predstavljen je u Hrvatskoj mlađim naplavljenim tlima, aluvijalnim i deluvijalnim, zatim malom skupinom živih pijesaka, te dosta velikom skupinom surovih, skeletnih tala. Na njihovu licu, profilu, još se ne mogu zapaziti zonalni pedogenetski procesi; prema tome, ova tla su nerazvijena. Njihov razvitak može poći putem formacije zonalnih, ali i intrazonalnih tipova tla.

1. MLADA NAPLAVLJENA TLA

Uzduž naših rijeka i potoka prostiru se sve do podnožja diluvijalnih terasa ili još starijih sedimenata, mlađe naplavine vodotoka, riječni i potočni *aluviji*. Kroz stoljeća su izlazile rijeke i potoci iz svojih korita, poplavljivale susjedne terene i ostavljale na njima goleme mase trošine, što su je sa sobom nosile. Prema snazi vodene struje, koja se trajno mijenjala, vodotoci su nosili sad više sad manje trošine, na veće ili manje udaljenosti od njihova korita. Što im je snaga bila veća, to su im sedimenti bili grublje disperzni. I danas su rijeke u gornjem toku obično kamenite; snaga im je tu velika, pa pokreću kamenje različite veličine i tvore skeletne naplavine. U srednjem toku nanosi su rijeka obično šljunkovito-pjeskoviti, a u najdonjem toku pjeskoviti do glineni. Vidimo to lijepo na naplavinama naših rijeka. Ali sve naplavine u istom toku rijeka nisu jednake mehaničke građe. Najbliže koritu tla najgrublje su disperzne građe, dok su tla najudaljenija iz najsitnijeg materijala. Razlivena rijeka ima najveću snagu uz korito; što dalje od njega, snaga sve više malakše. Uz korito može još često da ponese i teže čestice kamena i šljunka, na kraju razljeva preteške su joj i same glinene čestice. Te pojave možemo lijepo motriti i na terenima uz rijeku Savu. Naplavine Save u srednjem toku (oko Zagreba) uz korito su šljunkovito-pjeskovite, dalje od korita ilovaste, a na kraju razljeva glinaste; u donjoj Posavini nalazimo uz korito Save pjeskovito-ilovasta tla, dalje ilovasta, a najdalje od korita i glinena tla.

Riječni i potočni aluviji nastali su periodičkim naplavljivanjem kroz stoljeća, pa se stoga na njihovu profilu može često razlikovati i po više različitih slojeva. Ali, ovi slojevi nisu međusobno genetski povezani, kao što su horizonti zonalnih tala; svojstva jednog horizonta nisu uvjetovana drugim niti povezana sa svojstvima drugog. Na profilu mladog naplavljenog tla još se ne odrazuje način života, određen dominantnim pedogenetskim faktorima. Ti faktori još nisu dospjeli da utisnu ovim tlima svoj biljeg, koji bi se odražavao na njihovu unutarnjem licu, profilu.

Samo tu i tamo, na starijim aluvijima, možemo već razabrati neke morfologijske znakove po kojima naslućujemo smjer njihova razvitka.

Mineralogijska građa aluvija često je veoma raznolika, jer rijeke i njihovi pritoci prolaze različitim geologijskim područjima, pa tako nose sa sobom trošinu vrlo raznolikog materijala. I bogatstvo na humusu često je drukčije kod aluvijalnih tala nego kod zonalnih tipova, jer se aluviji obogaćuju katkad humusnim tvarima, što ih pritoci rijeka donose iz različitih denudacionih odnosno erozionih područja. Aluvijalnih tala ima u Hrvatskoj veoma mnogo; mnoga još uvijek nastaju i rastu, a druga opet nestaju zahvaljujući erozivnom radu tekuće vode.

U red azonalnih, naplavljenih tala možemo ubrojiti i mlađe *deluvije*. Utjecajem periodičkih vodotoka, poglavito bujica i njihovih pritoka, pokreću se mase trošine i proizvodi rastvaranja organskih tvari, što pokrivaju ororeljef i nanose prema podnožju planina i brda, tvoreći tako deluvijalne nanose. Ovi deluvijalni sedimenti ponajčešće su vrlo heterogene disperzne građe. Nemaju razvijenog lica, sa kojega bi mogli lako odgonetnuti smjer glavnih pedogenetskih procesa. Tek kad se proces deluvijacije smiri, otpočinje proces progresivnog razvitka zonalnog ili intrazonalnog tipa tla (na pr. skeletnog podzola, rendzine i t. d.).

2. SUROVA SKELETNA TLA

Na ogoljenim planinskim vrhovima, kao i na drugim brdskim terenima, gdje se stijene nalaze u početnom stadiju rastrožbe, a produkti trošenja u više-manje trajnom kretanju utjecajem sile teže i oborinske vode, nalazimo surova skeletna tla. Nema na njima nikakvih fiziografijskih znakova, po kojima bi se mogla makar i samo naslutiti tendencija razvoja tala.

Takva tla nalazimo u raznim krajevima Hrvatske, a prvenstveno u području Krša, kako kontinentalnog tako i primorskog. U litoralnom Kršu zapremaju mjestimice znatna prostranstva u obliku golih kamenjara, dok ih u kontinentalnom Kršu nalazimo po točilima, lazima i klizinama.

Sva skeletna tla ne spadaju u skupinu azonalnih tipova. Mnoga od njih pripadaju redu zonalnih, a mnoga opet intrazonalnih skeletnih tala. Tako na pr. ima mnogo skeletnih rendzina, kao i skeletnih podzola, crvenica, smeđih primorskih tala i t. d. Ovakva skeletna tla, na kojima se već primjećuju znakovi rubifikacije, podzolizacije i t. d., mnogo su rasprostranjenija nego surova skeletna tla.

3. ŽIVI PIJESCI

Među azonalna tla mogli bismo ubrojiti i žive pijeske (sipine, dune ili dine) čije reliktne, azonalne tvorevine nalazimo u Hrvatskoj još samo mjestimice, u Podravini i Lici (Laudonov gaj).

Dobili su ime »živi pijesci« radi trajnog premještanja njihovih masa. Glavno područje živih pijesaka nalazi se od Molva preko Đurđevca i Kloštra s malim prekidom sve do Virovitice. Na velikom dijelu oni su se već smirili pod vegetacijskim pokrovom; samo tu i tamo na mjestima izloženijim vjetru još se uvijek pomiču, pa se na njihovu licu ne može lako odgonetnuti smjer pedogenetskih procesa.

Davno su se razvili ovi pijesci. Još za mlađeg tercijara, dok je Drava nosila velike mase trošine iz Centralnih Alpa u Pontsko more, koje je tada pokrivalo cijelu Panonsku nizinu, taložila je pijesak na svome ušću, na području današnje Podravine. Vjetar je pokretao i nosio taj pijesak na veće ili manje udaljenosti. Kada bi mu snaga sustala ili kad bi naišao na kakvu prepreku, odlagao bi pjeskovite mase, stvarajući tako pješčane bedeme ili humke, visoke često i po nekoliko desetaka metara. Stvarao se tako u toj ravnici blago valovit, humkast teren, koji i danas daje biljeg vanjskoj morfologiji čitavoga kraja.

Za vlažnih geologijskih perioda pijesci su se bili smirili, jer su bili obrasli vegetacijom, dok su za suših poprimili stepski karakter, izgubili znatan dio organske tvari, te opet postali pokretljivi.

Prije 40 godina vrlo su velike površine podravskih pijesaka bile još »žive«; pijesak se nalazio u stalnom pokretanju. *Šandorovi* snimci iz toga vremena sačuvani u Tloznanstvenom zavodu Poljodjelsko-šumarskog fakulteta u Zagrebu, još su i danas najvjerniji svjedoci nekadanjeg osebujnog lica te naše hrvatske Sahare.

Živi pijesak bio je tada velik neprijatelj čovjeka u tome našem sada bogatom i naprednom kraju, jer mu je oteščavao život u svakom pogledu; za nekoliko sati znao bi pješčani vjetar zatrpati usjeve u vrtovima, njivama i vinogradima, pa i same kućne pragove. Marnim radom šumarskih i poljodjelskih stručnjaka i tamošnjih poljodjelaca uspjelo je pijesak vezati i umiriti. Tek tu i tamo nalazimo i danas manje površine živih pijesaka, koji se još nisu mogli smiriti; samo njih možemo označiti kao prava azonalna tla. Na drugim mjestima vide se jasni znakovi podzologenetskih procesa. Već je pred 30 godina opazio *Šandor*, da se na području podravskih pijesaka razvijaju tipična podzolasta tla sa dobro izraženim eluvijalnim horizontom svijetlosivog ispranog pijeska, pod kojim leži iluvijalni horizont sa dobro razvijenim slojem mjestanca (ortštajna).

Podravski pijesci izgrađeni su poglavito iz zrnaca kremena i silikata veličine 0,05—2,00 mm. Čestica pijeska ima oko 97—98%, dok glinastih ima jedva 0,5—1%. Odsutnost većih količina finih disperzija glavni je razlog, da čestice pijeska nisu povezane, već slobodne i pokretljive, pa ih može uzviriti svaki jači vjetar. Najveći je neprijatelj njihove pokretljivosti vegetacija, koja ih zaštićuje od vjetra, te mrtva organska tvar (humus), koja veže i cementira čestice pijeska u veće, teže i nepokretljive agregate.

Radi spomenute mineralogijske građe i velike propusnosti za vodu, pijesci su prilično siromašni hranivima, naročito fosforom i dušikom. Humusa sadržavaju ispod 1%.

Iako su uvjeti za život vegetacije na živim pijescima veoma nepovoljni, ipak se neke biljke snađoše, prilagodiše teškim životnim prilikama i održaše na tim staništima. Kako *Sokolić* piše, neke se zguriše u guste busene, da se tako lakše opiru vjetru i pokretnom pijesku, kao gladica (Corynephorus canescens), vlasulja bradica (Festuca vaginata), pa majčina dušica pješčarka (Thymus serpyllum subsp. serpyllum), druge opet kao slak (Convolvulus arvensis) prilegoše uz tlo, treće razviše tek sitne listiće kao na pr. prekrasni žutocvatući zečjak (Cytisus scoparius), mnoge smotaše svoje listove i zaodjenuše se gustim bodljikama i svakovrsnim dlakama, a neke se kao travolisna mlječika (Euphorbia cyparissias) osiguraše podankom i t. d. Ove pješčarke (psamofiti) tvore nešto organske tvari u površinskim slojevima tla, prorašćuju tlo gustom korijenovom mrežom, vežu njegove mehaničke elemente i tako pomalo smiruju pijeske.

Najveći dio nekad živih podravskih pijesaka ima danas antropomorfan karakter. Čovjek je kulturnim mjerama, naročito intenzivnim gnojenjem stajskim gnojem, pa zaoravanjem grahoricc, heljde i drugih biljaka, ili pak pošumljavanjem, iz temelja izmijenio njihova svojstva, barem u površinskom sloju. Mnogo se toga izmijenilo u životu ovih tala i u vanjskom izgledu ovoga kraja. Stranac bi jedva naslutiti mogao, da se ovdje još pred nekoliko decenija prostirao najtipičniji pejsaž živih pijesaka, s kojima se vjetar trajno poigravao, mijenjajući ne samo njihovo mjesto, već i čitavu vanjsku morfologiju terena.

LITERATURA

Kratice za bibliografijski pregled

VGPHS — Vijesti geološkog povjerenstva za Kr. Hrvatsku i Slavoniju.
GZŠP — Glavnik zavoda za šumske pokuse.
PNS — Poljoprivredna naučna smotra.
PZS — Poljodjelska znanstvena smotra.

1. Gorjanović-Kramberger K.: Iz prapornih predjela Slavonije. VGPHS. II. Zagreb, 1912.
2. Gračanin M.: Pedološka istraživanja vriština Ličkog polja. Zagreb, 1931.
3. Gračanin M.: Pedološka istraživanja Senja i bliže okolice. GZŠP. 3. Zagreb, 1931.
4. Gračanin M.: Die Salzböden des nordöstlichen Adriagebietes als klimatogene Bodentype. Bodenkundliche Forschungen. Bd. IV. Berlin, 1934.
5. Gračanin M.: Pedološka studija otoka Paga. GZŠP. 4. Zagreb, 1935.
6. Gračanin M.: Sorpcija fosforne kiseline u glavnim tipovima naših tala. I. Podzoli. Arhiv Min. poljoprivrede. III. Beograd, 1936.

7. Gračanin M.: Pedosfera. Priroda. Zagreb, 1937.
8. Gračanin M.: Die Sorption der Phosphorsäure in dalmatinischen Roterden. Bodenkunde und Pflanzenernährung. Berlin, 1938.
9. Gračanin M.: Klasifikacija tala po teksturi. GZŠP. 6. Zagreb, 1938.
10. Gračanin M.: Prilog geografiji podzolastih tala Hrvatske. Hrvatski geografski Glasnik 8.—10. Zagreb, 1939.
11. Gračanin M.: Gline, ilovače i pijesci. Priroda 1939.
12. Gračanin M.: Klasifikacija skeletnih tala PNS 2. Zagreb, 1940.
13. Gračanin M.: Geneza džomba. PNS. 3. Zagreb, 1941.
14. Gračanin M.: Prilog poznavanju adsorbcijskog kompleksa hrvatskih podzolastih tala. S ing. J. Verlić. Rad H. A. 271. Zagreb, 1941.
15. Gračanin M.: Prilog morfologiji i genezi rendzina Hrvatske. PZS. 4. Zagreb, 1941.
16. Gračanin M.: Eelske crvenice. PZS, sv. 6. Zagreb.
17. Gračanin M.: Tipovi tala Hrvatskog Zagorja PZS, sv. 6. Zagreb.
18. Kišpatić M.: Zemljoznanstvo obzirom na šumarstvo i gospodarstvo. Zagreb, 1877.
19. Mosković A.: Izvješće o agrogeološkom kartiranju predjela između Vratna, Strmca, Ormuža i Dubrave. VGPHS. III.—IV. Zagreb, 1914.
20. Mosković A.: Izvješće o preglednom agrogeološkom kartiranju ljeti godine 1913. VGPHS III.—IV. Zagreb, 1914.
21. Mosković A.: Tipovi tla iz Slavonije. VGPHS III.—IV. Zagreb, 1914.
22. Mosković A.: Istraživanje Ličke vrištine. Glasnik Min. poljoprivrede VII. Beograd, 1929.
23. Mosković A.: Alkalijske zemlje u Vojvodini. Glasnik Min. poljoprivrede IX. Beograd, 1931.
24. Seiwerth A.: Suše li se slavonski hrastovi zbog promjena tla? GZŠP. 1. Zagreb, 1927.
25. Seiwerth A.: Prilozi za poznavanje tla hrastovih šuma u Podravini. GZŠP. 2. Zagreb, 1941.
26. Starc A.: Mikrobiološka studija nekih podzolastih tala Hrvatske. PZS. 4. Zagreb, 1941.
27. Šandor F.: Ekskurzija u podravske pijeske. VGPHS. I. i II. Zagreb, 1911.-12.
28. Šandor F.: Ekskurzija u ličko i krbavsko polje. VGPHS. I. i II. Zagreb, 1911.-12
29. Šandor F.: Sammlungen von Bodenkarten Kroatiens und Slavoniens und Bilder über die Kultivierung dieser Bodenarten. Verhandlungen der II. internationalen Agrogeologenkonferenz. Stockholm, 1911.
30. Šandor F.: Sustavno ampelogeološko kartiranje u Hrvatskoj i Slavoniji. VGPHS. II. Zagreb, 1912.
31. Šandor F.: Slanjače u Srijemu. VGPHS. II. Zagreb, 1912.
32. Šandor F.: Istraživanje prapora iz Vukovara, Bilogore i sa Rajne. VGPHS. II. Zagreb, 1912.
33. Šandor F.: Ampelogeološko kartiranje u godini 1912. VGPHS. III.—IV. Zagreb, 1914.
34. Šandor F.: Praporasti nanos otoka Suška. VGPHS III.—IV. Zagreb 1914.
35. Šandor F.: Prvo izvješće o istraživanju tla šumskih kultura u Lici VGPHS. V.—VI. Zagreb, 1916.
36. Šolaja B.: Ampelogeološko kartiranje u kotaru Sv. Ivan Zelina. VGPHS. V.—VI. Zagreb, 1916.
37. Wessely J.: Kras hrvatske krajine. Zagreb, 1876.

Sadržaj